



INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO DE GAZA

FACULDADE DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

PROJECTO FINAL

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE ÁREA
FIXA E DE PRODAN NO INVENTÁRIO FLORESTAL DE MECRUSSE**

Relatório final de Monografia apresentado e defendido como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal

Autor: Jonas Rui Vilanculos

Tutor: Eng. Severino José Macôo

Co-tutor: Eng. Emídio Matusse

Lionde, Agosto de 2019



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de Licenciatura, sobre Avaliação da Eficiência dos Métodos de amostragem de área fixa e de Prodan no inventário florestal de mecrusse, apresentado ao curso de Engenharia Florestal na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Tutor: Eng. Severino José Macôo

Co-tutor: Eng. Emídio José Matusse

Lionde, Agosto de 2019

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
LISTA DE ABREVIATURAS	III
DECLARAÇÃO	IV
DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS.....	VI
RESUMO	VII
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Problema de estudo e justificativa.....	10
1.2. Objectivos.....	11
1.2.1. Geral	11
1.2.2. Específicos.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Descrição da Floresta de Mecrusse	12
2.2. Inventário Florestal	12
2.2.1. Importância do inventário florestal.....	12
2.3. Amostragem	13
2.4. Métodos de Amostragem	13
2.4.1. Método de Área Fixa	13
2.4.1.1. Forma e Tamanho das parcelas.....	14
2.4.2. Método de Área variável	15
2.4.2.1. Método de Strand.....	15
2.4.2.2. Método de Bitterlich	15
2.4.2.3. Método de Prodan.....	15
2.5. Processos de amostragem.....	16
2.5.1. Amostragem aleatória simples.....	16
2.5.2. Amostragem sistemático.....	17
2.5.3. Amostragem Estratificada	18
2.6. Precisão de Inventário	18
2.7. Eficiência.....	18
2.8. Distribuição diamétrica	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1. Descrição da área de estudo	20

3.1.1.	Clima	21
3.1.2.	Geologia e Solos	21
3.1.3.	Vegetação	21
3.2.	Materiais	22
3.3.	Métodos	22
3.3.1.	Instalação de Parcelas de Área fixa	22
3.3.2.	Alocação dos Pontos amostrais de Área variável (Prodan)	23
3.3.3.	Levantamento de dados dendrométricos	24
3.4.	Processamento de dados	24
3.4.1.	Método de área fixa:	24
3.4.1.1.	Estimativa de número de indivíduos por hectare	24
3.4.1.2.	Área basal por hectare	25
3.4.1.3.	Volume por hectare	25
3.4.2.	Método de Prodan	25
3.4.2.1.	Estimativa do número de árvores por hectare	25
3.4.2.2.	Estimativa de área basal por hectare	26
3.4.2.3.	Estimativa de volume por hectare	26
3.4.3.	Estimativas para o Povoamento	26
3.4.4.	Eficiência relativa dos métodos	27
3.4.4.1.	Cálculo da eficiência relativa	27
3.4.5.	Estatísticas do inventário florestal	28
3.4.6.	Determinação da intensidade de amostragem	29
3.5.	Análise de dados	29
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1.	Abrangência das espécies nos diferentes métodos	30
4.2.	Análise de Precisão	31
4.2.1.	Determinação de número de indivíduos por hectare	31
4.2.2.	Determinação de área basal por hectare	32
4.2.3.	Determinação de volume comercial por hectare	33
4.2.4.	Determinação de volume total por hectare	34
4.2.5.	Precisão das estimativas dos parâmetros dendrométricos	35
4.2.6.	Análise de variância dos parâmetros dendrométricos	36
4.3.	Análise de Eficiência	36
4.3.1.	Análise de variância para eficiência relativa	38

4.4. Distribuição diamétrica das parcelas de área fixa	38
5. CONCLUSÃO	40
6. RECOMENDAÇÕES	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Materiais necessários	22
Tabela 2: Tamanho das parcelas	23
Tabela 3: Formulas estatísticas para análise de precisão dos métodos	28
Tabela 4: Densidade relativa das 7 espécies encontradas nos diferentes métodos de amostragem em estudo.	30
Tabela 5: Estatísticas de estimativa de número de indivíduos por hectare	31
Tabela 6: Estatísticas de estimativa de área basal por hectare	32
Tabela 7: Estatísticas de estimativa de volume comercial por hectare	33
Tabela 8: Estatísticas de estimativa de volume total por hectare.....	34
Tabela 9: Teste de Tukey a 5% de significância para estimativa de número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.....	36
Tabela 10: Eficiência dos métodos na estimativa de número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.	37
Tabela 11: Teste de Tukey a 5% de significância para eficiência relativa na estimativa de numero de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do distrito de Chicualacuala	20
Figura 2: Unidades amostrais do método de área fixa.....	23
Figura 3: Unidade amostral de método de Prodan dentro de unidade de área fixa.	24
Figura 4: Precisão das estimativas dos parâmetros dendrométricos.....	35
Figura 5: Distribuição diamétrica das formas de parcela	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ISPG – Instituto Superior Politécnico de Gaza

UTM – Universal Transversa de Mercator

DAP – Diâmetro a Altura de Peito

MAE – Ministério de Administração Estatal

GPS – Global Positioning System

N/ha – Numero de indivíduos por hectare

G/ha – Área basal por hectare

V/ha – Volume por Hectare

E – Eficiência

PA – Posto Administrativo.

PR – Parcela Retangular

PC – Parcela Circular

PQ – Parcela quadrangular

MP – Metodo de Prodan

IFN – Inventario Florestal Nacional

DMC – Diametro Minimo de Corte

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso 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.

____ de _____ de _____

Assinatura

(Jonas Rui Vilanculos)

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho,

Aos meus pais Rui Boaventura Vilanculos e Clara Alexandre Covane, pelo apoio moral, confiança que depositaram em mim durante toda a vida e desde os primeiros passos de escola.

Ao meu Tio Sebastião Eduardo Xavier Vilanculos pela força e inestimável apoio.

Aos meus irmãos Alexandre, Boaventura e Ginamércia, para que, vejam este trabalho como fonte de inspiração para o sucesso das suas vidas.

A Vos Dedico!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus todo poderoso pela força, vida e saúde durante todo o percurso da minha formação.

A toda minha família, em especial aos meus pais, meu tio Sebastião Eduardo Vilanculos e minha tia Adélia Alexandre Covane, pelos eternos ensinamentos, seus preciosos conselhos e a inestimável confiança.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza, Faculdade de Agricultura, em especial ao curso de Engenharia Florestal pela bolça e oportunidade concebida para realizar o curso.

Aos meus supervisores Eng. Severino José Macô e Eng. Emídio Matusse, por todo o apoio científico, bibliográfico, paciência, atenção, e disponibilidade que demonstraram, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a elaboração deste trabalho.

Meus profundos agradecimentos, vão para todos docentes que criaram condições para que este trabalho se realizasse, para além de criar condições para a deslocação e a estadia no campo, ajudaram durante o trabalho no campo Eng. Severino José Macô, Eng. Emídio Matusse, Eng. Edson Chilaquene Massingue, Eng. Pedro Venâncio Wate, dr. Arão Finiasse Malate e dr. Sérgio Alfredo Bila. A todo corpo dos docentes do Curso de Engenharia Florestal, pelos conhecimentos transmitidos ao longo da formação.

Manifesto a minha gratidão a todos meus colegas que estivemos juntos no campo durante a colecta de dados: Rosália Cossa, Ailton Mungueleze, Augusto Tembe, Neves Domingos, Johane Luis, Herminio Massuque e Evans Master.

A todos colegas de formação em especial Belson, Tenente, Ailton, Gerson, Kaylon, Evans, Inácio, Rosália, Neves, Ladina, Augusto, Felix, Guiven, Johane, Herminio, Lídia, Nhamangua, Borge entre outros pelo apoio durante a formação.

Aos companheiros de casa, Guiven, Manguele, Ailton, Bernardo, Renato, Guidion e em especial o meu Primo Gerson pela companhia, amizade e suporte durante a formação.

Agradeço em especial meus irmãos Alexandre, Boaventura e Ginamércia pelo carinho e amor. A todos que não foram mencionados, mas que directo ou indirectamente influenciaram durante a minha formação.

RESUMO

Os inventários florestais são importantes ferramentas utilizadas no diagnóstico do potencial produtivo ou de proteção de florestas, para sua realização é necessário que se faça a abordagem da população através dos métodos de amostragem de Área fixa ou variável. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência dos métodos de amostragem de Área Fixa e de Prodan, analisando a precisão na estimativa dos parâmetros quantitativos (número de árvores, área basal e volume) na Floresta de Mecrusse. O estudo foi realizado na província de Gaza, distrito de Chicualacuala, comunidade de Chihondzoene. Foram estabelecidas 20 unidades amostrais, a distância de uma unidade amostral para outra foi de 100 m. No método de Área fixa foram estabelecidas diferentes formas das parcelas (rectangular, circular e quadrangular) com uma área de 800 m², e no método de Prodan (6 árvores) o ponto amostral foi alocado no centro das parcelas de Área fixa, onde foram tomadas as coordenadas, e o tempo de medição das unidades amostrais rectangulares e de Prodan para a determinação da eficiência. Em cada unidade amostral, foi mensurado, o DAP, altura total e comercial de cada árvore inclusa, com DAP \geq 10 cm. O processamento dos dados foi na planilha Microsoft Office Excel 2016 para determinar os parâmetros dendrométricos, estatísticas do inventário a uma significância de 5% e limite de erro de 10% e eficiência relativa, os dados foram analisados no pacote estatístico *Minitab 16* onde foi feito a ANOVA e teste de comparação das médias a nível de significância de 5%. Durante a mensuração dos indivíduos foram observadas 7 espécies em todas unidades amostrais em estudo. Quanto a precisão, o melhor método na estimativa de número de árvores, área basal, volume comercial e total por hectare foi de área fixa parcela rectangular a 5% de significância e 10% de limite de erro. Quanto a eficiência, a análise de variância indicou que para estimativa de área basal, volume comercial e total por hectare não há diferenças significativas da eficiência entre os métodos e para o número de indivíduos por hectare foi o método de Prodan. As parcelas rectangulares e circulares, apresentaram uma distribuição diamétrica regular dos indivíduos e a parcela quadrangular apresentou uma irregularidade na classe diamétrica média de 13,75 cm. O estudo observou que para o inventário florestal de Mecrusse quando se pretende precisão o melhor método é de área fixa e quando se pretende eficiência o melhor método é de Prodan.

Palavras chaves: Método de Área fixa, Prodan, Eficiência e Mecrusse.

1. INTRODUÇÃO

Inventário florestal é uma actividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada (Cunha, 2004; Morais Filho *et al.*, 2003; Péllico Netto & Brena, 1997). Morais Filho *et al.*, (2003) acrescentam ainda que, serve para a produção de madeira e outros produtos e a conservação ambiental, utilizando-se as técnicas estatísticas de amostragem.

Os inventários florestais são importantes ferramentas utilizadas no diagnóstico do potencial produtivo ou de proteção de florestas. É através dos resultados dos inventários florestais que se apoiam as decisões importantes acerca de viabilidade dos empreendimentos florestais (Cunha, 2004). Para sua realização é necessário que se faça a abordagem da população através dos métodos de amostragem Área fixa ou variável (Bitterlich, de Strand, de Prodan, de 3-P entre outros), dependendo das características da população a ser amostrada (Péllito Netto e Brenha, 1997).

Segundo Farias *et al.*, (2002) e Sanquetta, (2006), dentre os métodos de amostragem, o mais utilizado para inventariar florestas é de área fixa. Este método geralmente exige maior tempo para os levantamentos, devido à marcação e medição de um grande número de árvores. Neste método, a selecção das árvores ocorre com probabilidade proporcional à área, sendo medidas todas as árvores que se situarem no interior de uma unidade de amostra (Pellico Neto e Brena, 1997).

Existem diversas formas de unidades amostrais de área fixa empregáveis em inventários florestais, sendo que as mais usuais são as circulares, quadradas, rectangulares ou composições destas em grupos ou conglomerados (Sanquetta *et al.*, 2009). As parcelas circulares têm a vantagem de serem definidas com uma só dimensão, o raio, porem tem o inconveniente de que os seus limites são curvas e por consequente mais difícil de marcar. Nas parcelas quadradas ou rectangulares este inconveniente desaparece (Alegria, 2004).

No Método de Área Variável não se estabelece parcelas de área fixa mais sim pontos amostrais. Em cada ponto, no método de Bitterlich, se verificam as árvores para ver se devem escolher como amostras, segundo a superfície da secção transversal e a sua distância (Alegria, 2004). Os métodos de área variável, como o de Prodan, são preferíveis quando se deseja rapidez e eficiência, pois não há necessidade de demarcação de parcelas (Sanquetta *et al.*, 2014).

O método de Prodan considera a medição de seis árvores e a distância ou raio do centro do ponto amostral ao centro da sexta árvore como referência da unidade amostral. Nestas condições, a

inclusão de uma árvore na amostragem tem como variável a sua distância ao centro amostral e, portanto, a seleção das árvores se faz com probabilidade proporcional à distância (Péllico Netto e Brena, 1997).

Na seleção de um método de amostragem deve se considerar as características da população, para obter maior precisão com menor custo, sendo possível, aplicar qualquer método no levantamento de informações que se deseje. Portanto, a não utilização de método adequado levará a um grande incremento de custos do inventário (César *et al.*, 1994).

Nos inventários florestais, a eficiência é um indicador que analisa os custos ou tempos de um determinado método de amostragem e sua precisão, com base no coeficiente de variação, apresentando valores que determinam quanto eficiente será o método em comparação com outro (Miranda *et al.*, 2015).

O presente estudo tem por objetivo, avaliar a eficiência e precisão das estimativas dos métodos área fixa e Prodan, numa floresta de Mecrusse, no distrito de Chicualacuala, Comunidade de Chihondzoene.

1.1. Problema de estudo e justificativa

Os inventários florestais baseados em técnicas amostrais são usados pelas empresas florestais para o fornecimento das informações de ordem técnica que apoiam na tomada de decisões (Péllico Netto e Brena, 1997). Para o aumento da precisão e a redução de custos dos inventários florestais, vários métodos de amostragens têm sido desenvolvidos para melhor representar o povoamento de interesse (Miranda *et. al.*, 2015).

Os métodos de amostragem quando aplicados em inventários florestais, devem fornecer menor erro para uma mesma quantidade de trabalho, fixada a precisão desejada para as informações a serem levantadas e que posteriormente, serão usadas na planificação das actividades florestais (Péllito Netto e Brena, 1997).

O método de Prodan é pouco utilizado em inventários florestais, principalmente devido ao desconhecimento de seu potencial de uso (Sanquetta, 2006). Neste método o custo e o número de árvores medidas em uma unidade amostral é reduzido, por isso torna-se importante o estudo comparativo dos dois métodos.

A maioria das empresas optam por método de Área fixa devido à sua simplicidade e aplicação em Inventário Florestal Contínuo (IFC) (Péllito Netto e Brena, 1997). Este método é o mais usado em inventários florestais, apesar de altos custos na instalação e manutenção dos limites das unidades amostrais e medição de maior número de árvores nas unidades amostrais.

A aplicação de um método de amostragem que permita, aumentar a precisão das estimativas e reduzir o custo do inventário o qual é diretamente influenciado pelo tempo de instalação, medição e equipe executora nas unidades amostrais, poderá certamente proporcionar as empresas do sector florestal na planificação econômica da produção.

Segundo Scolforo e Mello, (2006), em inventários de florestas plantadas as unidades de amostragem utilizadas geralmente possuem menor tamanho que as unidades de amostra utilizadas em florestas nativas, manuseadas ou não, isso devido à homogeneidade florística e a densidade das áreas de plantio.

Mecrusse é um tipo florestal que ocorre de uma forma agregada com efeito inibidor, considerada a floresta nativa que apresenta maior número de árvores por unidade de área, tornando exaustivo o inventário com emprego de método de área fixa visto que a inclusão das árvores é proporcional a área amostrada em relação aos métodos de área variável como de Prodan.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- ✓ Avaliar a Eficiência dos Métodos de Amostragem Área Fixa e Prodan no Inventário Florestal de Mecrusse.

1.2.2. Específicos

- ✓ Estimar os parâmetros número de árvores, área basal, volume por hectare para os dois métodos;
- ✓ Determinar a eficiência relativa que satisfaz os critérios de precisão estabelecidos para a determinação dos parâmetros dendrométricos;
- ✓ Determinar a intensidade amostral necessária para se obter as estimativas dos parâmetros dendrométricos satisfazendo os critérios de precisão estabelecidos;
- ✓ Apurar o método de amostragem que apresentar melhor precisão e eficiência nas estimativas dos parâmetros dendrométricos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Descrição da Floresta de Mecrusse

As florestas de Mecrusse, são basicamente caracterizadas por apresentar pouca diversidade biológica e bastante uniformidade em termos de indivíduos, tanto em diâmetro como em altura. O número de árvores varia de 8.00 Arv/ha em áreas degradadas, devido à exploração e abertura de áreas agrícolas, a 5.70 Arv/ha em povoamentos jovens (Chamba *et al.*, 2002).

Segundo Marizoli (2007), o volume madeireiro comercial disponível de Mecrusse no território Nacional é de cerca de 1 454 000 m³ divididos em 4 Províncias, onde Gaza possui cerca de 803 000 m³ Inhambane 486 000 m³ Manica 152 000 m³ e Sofala 13 000 m³.

De acordo com o Relatório de Inventário Nacional feito por Marizoli (2007), as florestas de Mecrusse (*Androstachys johnsonii*), apresentaram um número de indivíduos de cerca de 9 Arv/ha, Área basal de 0.3 m²/ha e um volume de 2.3 m³/ha. Tanago *et al.*, (2009) em seus estudos observou que o corte anual admissível de Mecrusse para Diâmetro de 20 cm é de 31.00 m³/ano e para o diâmetro mínimo de 30 cm é de 4.7 m³/ano.

2.2. Inventário Florestal

Loetsch e Haller (1993) definiram inventário florestal como sendo a tabulação confiável e satisfatória de informações de árvores em crescimento, relativa a uma determinada área florestal, para um fim previsto. Van Laar e Akça (2007) entendem que inventários florestais tem como objectivo obter dados qualitativos e quantitativos informativos sobre recursos florestais e seu ambiente físico, a um ponto especificado no tempo e a um custo razoável.

Os inventários florestais podem ser classificados de acordo com seus objetivos (táticos ou estratégicos), abrangência (nacionais ou regional), forma de obtenção de dados (censo, amostragem ou tabela de produção), abordagem da população no tempo (temporário ou contínuo) e grau de detalhamento (exploratório, de reconhecimento ou detalhamento) (Péllico Netto e Brena 1997).

2.2.1. Importância do inventário florestal

Os inventários florestais são importantes ferramentas utilizadas no diagnóstico do potencial produtivo de florestas. É através dos resultados dos inventários florestais que se apoiam decisões importantes acerca da viabilidade de empreendimentos florestais que exigem investimentos de alguns milhões de dólares (Cunha, 2004).

2.3. Amostragem

Amostragem é a selecção de uma parte (amostra) de um todo (população), coletando na parte seleccionada dados e informações de relativo interesse, com o objectivo de tirar conclusões (inferência) sobre o todo. Pois, principalmente por razões económicas não podemos realizar um censo. Censo é o termo usado quando observamos, medimos ou contactarmos todos os indivíduos da população (Morais Filho, *et al.*, 2003).

A amostragem utiliza conceitos ou a teoria estatística para estimar as incertezas (erros) de uma população que apresenta uma distribuição normal (teorema do limite central). Existem vários sistemas de amostragem utilizados no setor florestal, tais como: simples ao acaso, sistemática estratificada, por razão, por conglomerados, probabilidade proporcional ao tamanho das unidades (Morais Filho, *et al.*, 2003).

Um problema importante que se põe é o da representatividade da amostra, isto é, os indivíduos que constituem a amostra devem dar uma imagem tão correcta quanto possível da população. A amostra será representativa se a sua estrutura for semelhante à da população de origem (Tomé, 2003).

Para Campo e Leite (2006), o processo de amostragem e a escolha do método a ser utilizado são factores que influenciarão nos custos do inventário florestal, tendo em vista que a colecta de dados é responsável pela maior parte desse custo.

2.4. Métodos de Amostragem

Devido às limitações de recursos financeiros, tempo, mão-de-obra, acesso e tamanho das florestas é impraticável inventariar 100% da maioria das populações. Assim, há necessidade do emprego de métodos de amostragem, com o objectivo de se obterem estimativas precisas e eficientes de diferentes parâmetros populacionais (Cardoso, 2015).

Segundo Péllico Netto e Brenha (1997), método de amostragem é a abordagem da população considerando uma única unidade amostral e os principais métodos são Área Fixa e Área Variável (Strand, Prodan e Bitterlich).

2.4.1. Método de Área Fixa

A amostragem por área fixa é considerada a mais antiga CODEVASF (2009), no qual a selecção das árvores é proporcional à área da unidade de amostra, pois todas as árvores que se situarem no interior de uma unidade de amostra serão medidas (Bonetes, 2003).

As principais vantagens e desvantagens de método de amostragem área fixa (Sanquetta, 2006) são:

Vantagens:

- Praticidade e simplicidade na alocação das unidades amostrais;
- Manutenção de alta correlação entre duas ou mais medições sucessivas para inventários contínuos;
- Possibilidade de obter uma gama de estimadores na unidade, tais como: área basal, volume, distribuição diamétrica.

Desvantagens:

- Maior custo na instalação e manutenção dos limites das unidades amostrais;
- Em geral o número de árvores a ser medido na unidade amostral é maior se comparadas a outros métodos de amostragem.

2.4.1.1. Forma e Tamanho das parcelas

De acordo com Scolforo & Mello, (2006), um dos problemas de se amostrar uma fisionomia florestal é a definição adequada do tamanho da unidade amostral e da sua suficiência amostral. Estes devem ser da forma mais precisa, a fim de representar bem a variabilidade da população.

Diversos estudos relacionados ao tamanho das parcelas têm confirmado a maior eficiência das parcelas pequenas. De um modo geral os coeficientes de variação decrescem como função inversa do tamanho da parcela, e em consequência o número de parcelas necessárias para o mesmo grau de precisão é mais elevado quanto menores sejam as parcelas (Morais Filhos, *et al*, 2003).

O tamanho e forma das parcelas são definidos em função da eficiência do sistema e modelo do inventário, procurando alcançar um alto nível de precisão a um custo relativamente baixo. Com uso dessas parcelas, desde que consideradas representativas da população de origem, é possível estimar alguns parâmetros, como volume de madeira, área basal e número de árvores por unidade de área (Ribeiro, 2011).

As unidades amostrais podem assumir qualquer forma. Unidades circulares apresentam a vantagem de ter uma dimensão, o raio, que define os limites da unidade. A desvantagem é que os limites da unidade são linhas curvas e devido a isso é mais difícil de estimar ou marcar os limites. As unidades quadradas ou retangulares eliminam essa desvantagem uma vez que os limites são linhas retas (Husch, 1971).

2.4.2. Método de Área variável

O sistema de unidades de amostragem de superfícies variáveis é uma aplicação de amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho. Neste sistema não se estabelece parcelas de área fixa mais sim uma serie de pontos de amostra, (Alegria, 2004).

2.4.2.1. Método de Strand

O método de Strand de 1958 utiliza o critério probabilístico para a selecção dos indivíduos na unidade amostral proporcional ao diâmetro, para o cálculo da área basal e do número de árvores por hectare e proporcional à altura para o valor de volume e número de árvores por hectare (Péllito Netto e Brenha, 1997).

2.4.2.2. Método de Bitterlich

Esse método foi desenvolvido por Bitterlich em 1948, consiste em um giro de 360°, visando observar todos fustes na altura de DAP cujo o diâmetro aparente se apresenta maior ou igual a largura da mira que determina com as linhas de visada, um angulo α (Silva, *et al*, 1971).

2.4.2.3. Método de Prodan

O método de amostragem conhecido como Prodan, ou das Seis Árvores, teve sua origem na Alemanha (Freiburg), no ano de 1968 (Moscovich *et al.*, 1999). Este método consiste na medição de seis árvores mais próximas de um ponto amostral, sendo o último indivíduo contado como meia árvore, além de suas distâncias até o ponto de referência (sexta árvore) (Pereira Sobrinho, 2003).

A inclusão de um indivíduo na amostragem depende directamente da sua distância do ponto amostral, a selecção das árvores é determinada pelas mudanças na probabilidade de encontrar árvores de acordo com a distância de cada ponto (Faria, 2010).

No método das 6 árvores não ocorre o problema de representatividade do número de árvores, pois o tamanho das unidades de amostra será variável, de acordo com a distância entre o centro da unidade e o centro da sexta árvore mais próxima a este ponto de referência. Este método gera unidades de área circular sendo o método de selecção das árvores o de probabilidade proporcional à distância (Cesaro, 1994).

As principais vantagens e desvantagens de método de amostragem de Prodan (Pellico Neto & Brena, 1997) são:

Vantagens:

- Prático e de fácil operacionalidade no campo.

- Dado o tamanho da unidade, é possível levantar várias unidades em pouco tempo.
- Consegue-se uma visão mais abrangente do povoamento, devido à quantidade de pontos.
- Tempo de medição é menor quando comparado aos outros métodos.
- Não ocorrem erros de demarcação de unidades de amostragem.

Desvantagens

- Os estimadores podem gerar tendências quando as árvores estão muito próximas ou muito dispersas no povoamento.
- Devido ao tamanho da unidade amostral não há como obter bons estimadores para variáveis de manejo florestal, como altura dominante, mortalidade.

2.5. Processos de amostragem

Processo de Amostragem é a forma com que as amostras serão distribuídas sobre uma população florestal visando gerar estimativas da variável de interesse. Uma das primeiras etapas do processo de inventário florestal é o reconhecimento prévio da área a ser amostrada. A área deve ser percorrida com o objectivo de se fazer um reconhecimento da vegetação, suas peculiaridades e as diferenças de ambiente interno. Esta abordagem é importante para identificar a necessidade ou não da estratificação em sub-áreas homogêneas e assim direcionar um determinado método de amostragem (CODEVASF, 2009).

A distribuição das unidades amostrais na população pode ser de forma aleatória, sistemática e mista se subdividido em processos mais utilizados como: Amostragem Aleatória Simples, Estratificada, Sistemática, Amostragem em Dois Estágios, Amostragem em Conglomerados e Amostragem com Múltiplos Inícios Aleatórios. O presente estudo emprega a amostragem sistemática, por isso a será apresentado com mais detalhes:

2.5.1. Amostragem aleatória simples

A amostragem aleatória simples é o processo fundamental de seleção a partir do qual derivam todos os demais procedimentos de amostragem, visando aumentar a precisão das estimativas e reduzir os custos do levantamento (Péllico Netto & Brena 1997). Este processo de amostragem geralmente é utilizado em plantações florestais e florestas naturais pequenas, homogêneas e de fácil acesso, para que a intensidade amostral não seja muito alta e desta forma seja possível reduzir os custos com deslocamento (Sanquetta *et al.* 2009).

2.5.2. Amostragem sistemático

A amostragem sistemática é bastante utilizada em levantamentos florestais, principalmente pela praticidade e rapidez da colecta de dados, com reflexos positivos sobre os custos (Cunha, 2004).

Este processo é recomendado quando se deseja mapear a população ou conhecer a distribuição espacial de espécies florestais, visto que a distribuição das parcelas no campo é feita de forma a varrer toda a floresta na propriedade, possibilitando a identificação de aspectos físicos e mesmo estabelecer o contorno da propriedade (Sanquetta *et al.*, 2009).

Os trabalhos de campo são simplificados, os custos são reduzidos e obtém-se alta precisão. É um método indicado principalmente quando os elementos amostrais são heterogêneos. Todavia, a precisão é bastante influenciada pelo tamanho e forma das unidades amostrais. Deve-se ter o cuidado de definir correctamente o número e dimensões das unidades amostrais, a fim de se evitar erros acima dos limites aceitáveis (Cunha, 2004).

Vantagens e desvantagens da amostragem sistemática em relação com a amostragem casual (Tomé, 2003).

Vantagens:

- Uma vez que a selecção dos indivíduos que fazem parte da amostra é feita com base num padrão ou regra previamente estabelecido, não é necessário identificar todos os indivíduos da população, como é o caso na amostragem casual simples para se poder realizar o sorteio;
- É geralmente mais fácil localizar os indivíduos que fazem parte da amostra;
- Intuitivamente, a amostragem sistemática parece ser mais precisa do que a amostragem casual simples, uma vez que estratifica a população em n estratos (com k unidades cada), amostrando um indivíduo em cada estrato. De facto, para uma igual grandeza da amostra a amostragem sistemática garante uma melhor “cobertura” da população, evitando a acumulação de indivíduos amostrados numa determinada zona da população.

Desvantagens:

- Uma vez que os indivíduos não são seleccionados aleatoriamente, não é possível, do ponto de vista teórico, estimar o intervalo de confiança para a média. Esta dificuldade só pode ser ultrapassada em populações nas quais se possa admitir que os indivíduos se encontram aleatoriamente distribuído na população, o que sabemos não ser completamente verdade.

- Existe sempre alguma tendência para os valores do atributo de indivíduos (parcelas) vizinhos estarem correlacionados.

2.5.3. Amostragem Estratificada

O processo de amostragem estratificada consiste em dividir a população amostrada em algumas classes ou estratos (subpopulações homogêneas internamente distintas entre si), de modo que dentro desses se reduza a variabilidade da variável de interesse. A distribuição das unidades amostrais pode ser: aleatória ou sistemática (Sanquetta *et al.*, 2009).

2.6. Precisão de Inventário

A precisão é indicada pelo erro padrão da estimativa, desconsiderando a magnitude dos erros não amostrais, ou seja, refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada (\bar{y}), obtido pela repetição do procedimento de amostragem (CODEVASF, 2009).

Segundo Soares, *et al.*, (2006) a precisão também é um conceito qualitativo e usada para caracterizar a magnitude dos erros presente na medida, ou seja, quanto menor a magnitude dos erros, maior a precisão requerida da medida em estudo.

Para que um inventário seja exacto há que preparar o com precisão máxima estipulada e eliminar ao mínimo os erros sistemáticos. Se assim for, poderá ser possível; obter resultados muito semelhantes aqueles que se obteriam em inventário exaustivo a um custo muito inferior e em menos tempo (Husch, 1971).

2.7. Eficiência

Segundo Nakajima *et al.*, (1998), a eficiência dos diferentes métodos de amostragem (tipo, forma e tamanho das parcelas) varia de acordo com o tipo florestal, com as condições da floresta, com as condições da região de estudo e com o tipo do relevo, entre outros aspectos.

Avery e Burkhart, (1983) afirmam que a melhor estrutura de amostragem de um dado problema de estimativa é aquela que estabelece a precisão desejada pelo menor custo. Para eles, isso é obtido com o produto entre variância da média e o tempo (custo = tempo).

Vasquez, (1988) menciona que, para o cálculo da eficiência relativa entre métodos de amostragem, deve-se considerar a precisão, assim como o custo ou o tempo. Péllico Netto, Brena, (1997), considera os tempos médios de mensuração em cada um dos métodos e os coeficientes de variação obtidos para a determinação da eficiência relativa.

2.8. Distribuição diamétrica

A estrutura diamétrica de uma floresta, sob o ponto de vista da produção, permite caracterizar e indicar o estoque de madeira disponível anterior a uma exploração, fornecer informações que auxiliem na tomada de decisões sobre a necessidade de reposição florestal (Scolforo *et al.*, 1998; Pulz *et al.*, 1999), além de descrever importantes características de um povoamento e probabilidades de projeção através do tempo.

Com o conhecimento da estrutura diamétrica, é possível avaliar o comportamento da espécie, tendo em vista os vários fatores que possam interferir em seu crescimento, dentre eles, o manejo e as atividades de exploração comercial (Bartoszeck *et al.*, 2004). Para Clutter *et al.*, (1983), a análise da distribuição diamétrica permite estimar o número de árvores por hectare para cada classe de diâmetro, bem como determinar a altura média nas classes de diâmetro, permitindo obtenção de informações mais detalhadas sobre a estrutura de produção do povoamento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no Distrito de Chicualacuala, Localidade de Chihondzoene, na floresta de Mecrusse. O distrito esta situado a Norte da província de Gaza, tendo como limite, a Sul os distritos de Mabalane e Massingir, a Este, o distrito de Chigubo; e ao Norte, o distrito de Massangena e, a Oeste, as Repúblicas do Zimbabwe e da África do Sul. Geograficamente a área é limitada pela latitude Sul 21° 46' e 23° 00' e Longitude Este: 31° 16' e 32° 50'. é constituído por planícies de panoramas variados pela diversidade das suas terras, e consequentemente da sua vegetação e solos (Vilanculos e Jalane 2014).

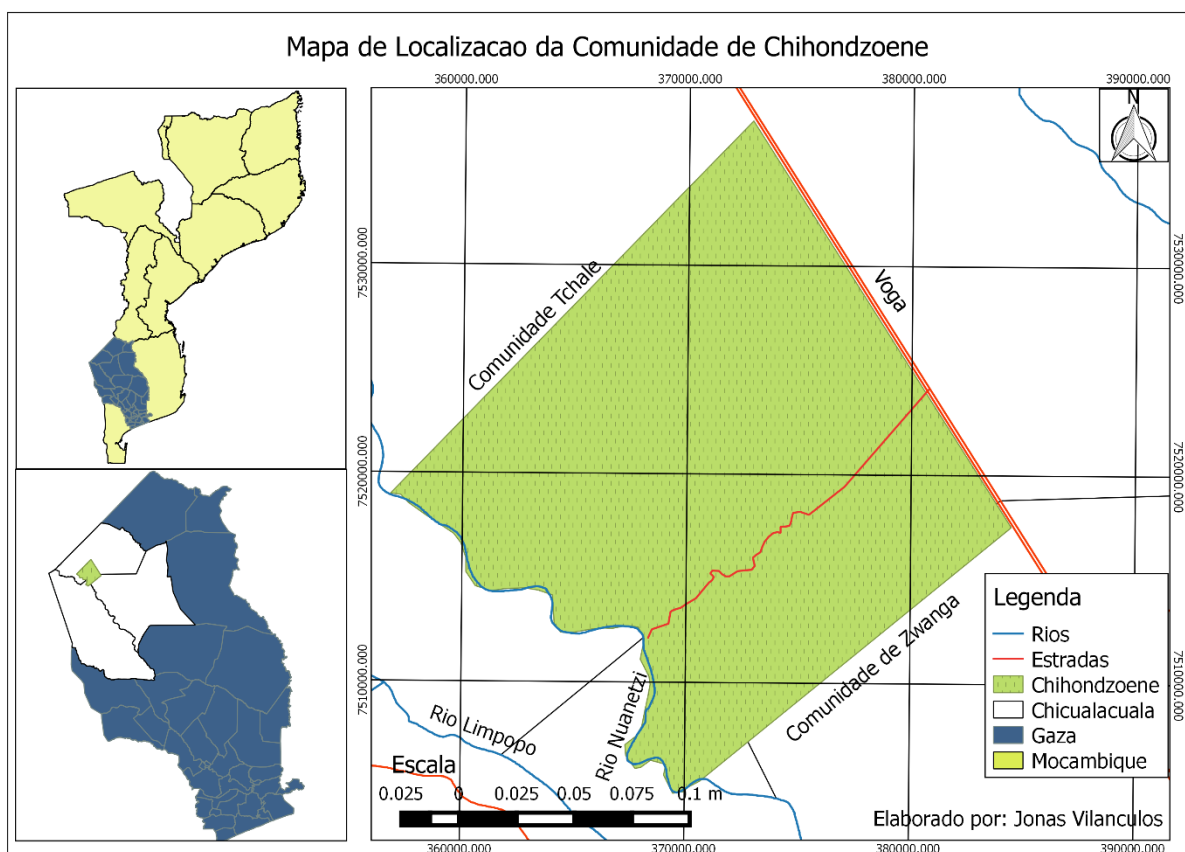


Figura 1: Mapa do distrito de Chicualacuala

Fonte: Autor

3.1.1. Clima

O clima do distrito é do tipo tropical seco com uma precipitação média anual inferior a 500 mm, havendo algumas zonas onde ocorre o tipo de clima semi-árido seco, com uma precipitação de 500 a 800 mm (MAE, 2005).

A evapotranspiração potencial de referência é geralmente superior a 1500 mm e a maior parte da região apresenta temperaturas médias anuais superiores a 24°C, que agravam consideravelmente as condições de fraca precipitação provocando deficiências de águas superiores a 800mm anuais e que chegam a exceder os 1100mm na região de Pafúri (MAE, 2005).

3.1.2. Geologia e Solos

O distrito de Chicualacuala tem altitudes inferiores a 200m, podendo, contudo, ao longo das fronteiras com Zimbabwe e África do Sul as cotas atingirem altitudes entre os 200 e 500m. a estas manchas correspondem terrenos geralmente quase plano a ondulado, tornando-se por vezes acidentado junto da fronteira (MAE, 2005).

Os solos predominantes na faixa fronteiriça são arenosos característicos da cobertura arenosa de espessura variável sobre os depósitos de Mananga, de solos vermelhos e pardos, derivados de calcários, e de solos cinzentos (arenosos, argilosos e hidromórficos) do Guija (MAE, 2005).

3.1.3. Vegetação

A vegetação predominante, correlaciona-se com as grandes unidades geomorfológicas e/ou fisiográficas do distrito. Na unidade dos seixos rolados (*Zona de transição*) apresenta-se com a estrutura da vegetação típica de matagais e savanas, com revestimento arbóreo ou arbustivo bastante heterogéneo, com diversidade de estratos herbáceos, variando de acordo com a topografia e solos (Vilanculos e Jalane, 2014).

As estruturas de vegetação predominante nas planícies arenosas são basicamente constituídas de bosque fechado a savana arbórea arbustiva. Nas áreas dos sedimentos de “Mananga” ou seja, na planície areno-argilosa, predominam florestas de *Colophospermum mopane* “mopane”, localmente conhecida por “Xanatsi”, por vezes encontra-se a vegetação do tipo savana arbustiva e por vezes com presença dos *Aloe marlothii* (Vilanculos e Jalane, 2014).

De acordo com inventário florestal realizado por (Tanago *et al.*, 2009), o distrito de Chicualacuala é representado por três tipos de florestas dominadas por uma única espécie: Florestas de Mecrusse, Florestas de Mopane e Florestas de Chacate Preto.

3.2. Materiais

Na tabela abaixo esta apresentada a lista de materiais necessários para a execução deste trabalho e as suas respectivas funções ao decorrer das actividades:

Tabela 1: Materiais necessários

	Material	Função
1	GPS	Para marcação das coordenadas das parcelas
2	Suta	Para medir DAP (a altura de peito das árvores)
3	Fita métrica	Para dimensionamento das parcelas
4	Ficha de registo	Para o registo de dados
5	Cronometro	Para o controlo de tempo
6	Corda	Para delimitar as parcelas
7	Prensa	Para colecta de espécimes de indivíduos não identificados
8	Tinta spray	Para pintar as árvores medidas na parcela rectangular
9	Microsoft Excel 2016	Para o processamento de dados
10	Minitab 16	Para ANOVA e Teste de Tukey

3.3. Métodos

Para a colecta de dados foram empregues Métodos de amostragem de Área fixa e Área variável (Prodan), este último conhecido como método de 6 árvores. Para cada método de amostragem, foram estabelecidas 20 unidades amostrais, a distância de uma unidade amostral a outra foi de 100 m, onde fez se a mensuração de todas árvores inclusas com $DAP \geq 10$ cm.

3.3.1. Instalação de Parcelas de Área fixa

No Método de Área Fixa, foram estabelecidas diferentes formas das parcelas com uma área de 0.08 ha (Rectangular, Quadrangular e Circular), conforme ilustra a tabela 2 abaixo, esta área aproxima-se a área usada por (Bila *et al.*, 2011; Muzime, 2015) em florestas nativas de 0.1 ha em seus estudos. A maior limitação deste método, é o controlo das árvores das bordaduras.

Tabela 2: Tamanho das parcelas

Designação	Tamanho (m)			Área (ha)
	Comprimento	Largura	Raio	
<i>Rectangular</i>	40	20	-	0.08
<i>Quadrangular</i>	28.3	28.3	-	0.08
<i>Circular</i>	-	-	16	0.08

Para a instalação das parcelas, primeiro instalou-se parcela rectangular onde fez se a cronometragem do tempo desde a instalação da parcela até a medição da última árvore dentro da parcela para a determinação da eficiência. As parcelas quadrangulares e circulares foram instaladas no centro das parcelas rectangulares como mostra a figura 2 abaixo.

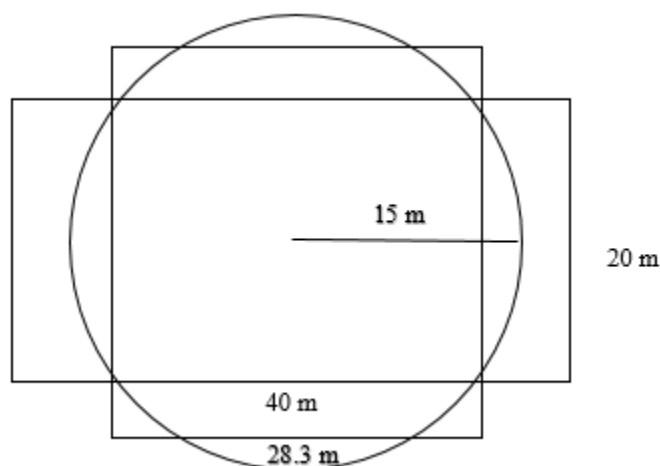


Figura 2: Unidades amostrais do método de área fixa

3.3.2. Alocação dos Pontos amostrais de Área variável (Prodan)

Neste método o ponto de amostragem foi alocado no centro da parcela de área fixa, conforme ilustra a figura abaixo. Onde foram mensuradas as seis árvores mais próximas do ponto amostral. A sexta árvore foi considerada apenas pela metade pelo facto de ser uma árvore da borda, e a distância da sexta árvore com o ponto central corresponde ao raio da sexta árvore.

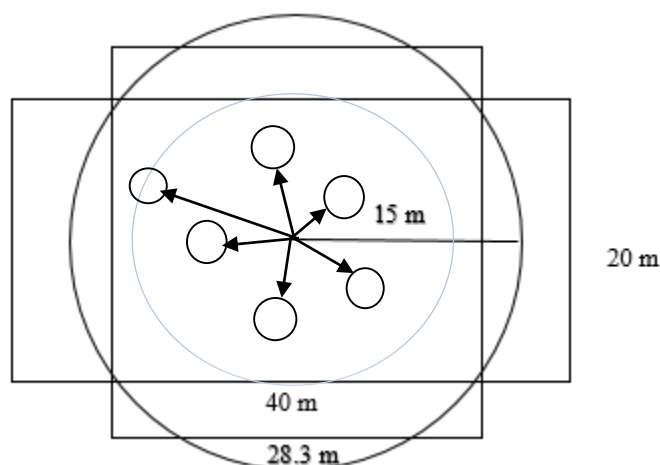


Figura 3: Unidade amostral de método de Prodan dentro de unidade de área fixa.

3.3.3. Levantamento de dados dendrométricos

Para os dois métodos de amostragem fez-se a identificação das espécies e a mensuração dos seguintes dados dendrométricos: DAP, e Altura comercial e total de todos indivíduos inclusos na unidade amostral com $DAP \geq 10$ cm. O DAP foi medido a 1.30 m de altura, mas em casos especiais, tais como ramificação baixa, ou defeitos que alteram o tamanho normal do tronco, o DAP foi medido numa altura mais acima, evitando o defeito, e a altura comercial assim como total. Os indivíduos de parcela rectangular foram pintados com tinta spray para facilitar a identificação dos limites da parcela. No método de Prodan, foi medida a distância de ponto central até a sexta árvore e a cronometragem de tempo de medição dos indivíduos desde a instalação da parcela até a medição da última árvore. A equipe executora foi de 6 elementos para os dois métodos de amostragem.

3.4. Processamento de dados

3.4.1. Método de área fixa:

3.4.1.1. Estimativa de número de indivíduos por hectare

O número de indivíduos por hectare foi obtido multiplicando o factor de proporcionalidade pelo número de indivíduos encontrado dentro da parcela como mostra a formula 1 abaixo:

$$N/ha = n * F \quad \text{Formula [1]}$$

Onde:

N/há = número de indivíduos por hectare;

n = número de indivíduos;

F = factor de proporcionalidade (12.5); $F = \frac{1}{a}$

1 = área de 1,00 hectare (10.000 m²);

a = área da unidade amostral).

3.4.1.2. 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 formula 2 abaixo:

$$G = \sum_i^n gi * F \quad \text{Formula [2]}$$

Onde:

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

DAP = diâmetro a 1,30 m;

$\pi = 3,14156$;

F = factor de proporcionalidade.

3.4.1.3. Volume por hectare

O volume por hectare é obtido a partir da multiplicação do factor de proporcionalidade pela soma dos volumes individuais das árvores da unidade amostral conforme mostra a formula 3 abaixo:

$$V/ha = \sum_i^n vi * F \quad \text{Formula [3]}$$

Onde:

$vi = g * h * f$ – Volume de individuo;

g= área basal;

h= altura da árvore;

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

3.4.2. Método de Prodan

3.4.2.1. Estimativa do número de árvores por hectare

A estimativa de número de indivíduos por hectare no método de Prodan foi obtido usando a formula 4 abaixo:

$$N/ha = \frac{55000}{\pi * R_6^2} \quad \text{Formula [4]}$$

Onde:

N/ha = Numero de indivíduos por hectare;

R_6 = Raio da sexta árvore medida; $R_6 = a_6 * \frac{1}{6 * d_6}$ (a_6 - distância do centro da unidade até a sexta árvore, d_6 - diâmetro da sexta arvore).

3.4.2.2. Estimativa de área basal por hectare

A estimativa da área basal por hectare no método de Prodan foi obtida a partir da formula 5 abaixo:

$$G/ha = \frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + d_4^2 + d_5^2 + \frac{d_6^2}{2}}{R_6^2} * 2500 \quad \text{Formula [5]}$$

Onde:

G/ha = Área basal por hectares;

d_i = diâmetro a altura do peito (DAP) de cada árvore;

R_6 = raio da sexta árvore medida.

3.4.2.3. Estimativa de volume por hectare

O volume por hectare foi tomado a partir de somatório dos volumes individuais, mas o volume da sexta árvore dividido pela metade tudo devido por Pi e raio da sexta árvore ao quadrado e multiplicado por 10000 da área de 1 hectare.

$$V/ha = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + \frac{v_6}{2}}{\pi * R_6^2} * 10000 \text{ m}^2 \quad \text{Formula [6]}$$

Onde:

V/ha = Volume por hectare.

v_i = volume de individuo

R_6 = raio da sexta árvore

3.4.3. Estimativas para o Povoamento

A estimativa de número de indivíduos por hectare para o Povoamento foi determinada a partir da média de todos parâmetros dendrométricos determinados, como mostram as formulas a seguir:

Número de Indivíduos por hectare.

O número de indivíduos por hectare do povoamento foi determinado pelo somatório de número de indivíduos por hectare obtido nas parcelas dividido pelo número de parcelas amostradas conforme mostra a formula 7 abaixo:

$$N = \frac{\sum N/ha}{n} \quad \text{Formula [7]}$$

Área basal por hectares

A área basal por hectare do povoamento foi determinada pelo somatório das áreas basais por hectare obtido nas parcelas dividido pelo número de parcela amostrada como mostra a formula 8:

$$G = \frac{\sum G/ha}{n} \quad \text{Formula [8]}$$

Volume por hectare

O volume por hectare do povoamento foi determinado pelo somatório de volume por hectare obtido nas parcelas dividido pelo número de parcelas amostradas conforme mostra a formula:

$$V = \frac{\sum V/ha}{n} \quad \text{Formula [9]}$$

Onde:

$\sum N/ha$ = somatório de número de indivíduos por hectare das parcelas;

$\sum G/ha$ = somatório das áreas basais por hectare das parcelas;

$\sum V/ha$ = somatório dos volumes por hectare das parcelas;

n = número de parcelas inventariadas.

3.4.4. Eficiência relativa dos métodos

Para determinação da eficiência dos dois métodos de amostragem durante a medição das parcelas de área fixa (retangular) e Prodan (6 árvores) será cronometrado o tempo. O tempo esse que corresponde ao tempo gasto na medição de cada uma das unidades amostrais em cada um dos métodos de amostragem.

3.4.4.1. Cálculo da eficiência relativa

Para a determinação da eficiência relativa dos dois métodos de amostragem, foi usada a formula (10) abaixo, onde o método mais eficiente foi aquele que apresentou maior valor de eficiência relativa.

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

Onde:

E = Eficiência relativa

CV = coeficiente de variação (%) obtido no inventário;

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

3.4.5. Estatísticas do inventário florestal

Com base nos parâmetros dendrométricos dos Métodos Área Fixa e Prodan serão determinados parâmetros estatísticos como: Média, Variância, Desvio padrão, Variância da média, Erro padrão, Coeficiente de variação, Erro de amostragem absoluto e relativo, como mostram as formulas na tabela 3:

Tabela 3: Formulas estatísticas para análise de precisão dos métodos

Parâmetro	Formula	Discrição
Variância	$S_y^2 = \frac{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$	y_i = variável de interesse; \bar{y} = média; n = número de unidades amostradas ou medidas.
Desvio Padrão	$S_y = \sqrt{S_y^2}$	S_y^2 = Variância.
Variância da media	$S_{\bar{y}}^2 = \frac{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}{n*(n-1)}$	y_i = variável de interesse; \bar{y} = média; n = número de unidades amostradas ou medidas.
Erro padrão	$S_{\bar{y}} = \sqrt{S_{\bar{y}}^2}$	$S_{\bar{y}}^2$ = variância da media
Coeficiente de variação	$CV = \frac{S_y}{\bar{y}} * 100\%$	S_y = Desvio padrão n = número de unidades amostradas ou medidas.
Erro absoluto	$Ea = \pm t * S_{\bar{y}}$	t = valor t tabelado, da distribuição de Student, em função dos graus de liberdade; $S_{\bar{y}}$ = Erro padrão
Erro relativo	$Er = \pm \frac{t * S_{\bar{y}}}{\bar{y}} * 100$	t = valor t tabelado, da distribuição de Student, em função dos graus de liberdade; $S_{\bar{y}}$ = Erro padrão, \bar{y} = media.
Intervalo de confiança	$IC = \bar{y} \pm Ea$	\bar{y} = media. Ea- Erro absoluto

3.4.6. Determinação da intensidade de amostragem

Para a determinação da intensidade de amostragem ótima que satisfaz o limite de erro ao nível de probabilidade desejada, considerou-se um limite de erro aceitável de 10% admissível em Moçambique a uma probabilidade de 95% de confiança. Sendo considerada população infinita o número de unidades amostrais requerida para satisfazer o limite de erro admissível derivava da variância amostral, como mostra a fórmula 11:

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

Onde:

n = número ideal de unidades amostrais;

s^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.

3.5. Análise de dados

Para o processamento de dados foi usado o programa Microsoft Excel 2016, para a determinação dos parâmetros número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare, medidas de precisão e a eficiência de cada método de amostragem e Minitab 16 para análise de variância e teste de Tukey para comparação das médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o inventário observou-se uma diferença das áreas amostradas nos dois métodos de amostragem devido à forma de alocação das unidades de amostragem. No método de área fixa parcelas rectangulares, quadrangulares e circulares a área inventariada foi de 1.6 ha em cada forma de parcela. E no método de Prodan a área inventariada foi de 0.16 ha com uma média de 0,0085 há, varia de intervalo de 0,0038 ha a 0,0154 ha.

4.1. Abrangência das espécies nos diferentes métodos

Na tabela 4 pode-se observar de modo comparativo a abrangência das espécies nas 20 unidades de amostragem rectangular, circular, quadrangular e Prodan.

Tabela 4: Densidade relativa das 7 espécies encontradas nos diferentes métodos de amostragem em estudo.

Nomes		Unidade amostral/Densidade absoluta e relativa							
		Rectangular		Circular		Quadrangular		Prodan	
Científicos	Local	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%
<i>Androstachys johnsonii</i>	Cimbirre	1060	95,75	880	96,60	858	96,62	119	99,17
<i>Faidherbia albida</i>	Dzangalaguva	0	0,00	0	0,00	1	0,11	0	0,00
<i>Sheroderris stuhlmannii</i>	Dzungo	1	0,09	0	0,00	1	0,11	0	0,00
<i>Cassia abbreviata</i>	Lumahama	1	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Spirostachys africana</i>	Mubadua	2	0,18	4	0,44	3	0,34	0	0,00
<i>Guibortia conjugata</i>	Tsontso	42	3,79	26	2,85	25	2,82	1	0,83
<i>Terminalia prunioides</i>	Xaxadawu	1	0,09	1	0,11	0	0,00	0	0,00
Total		1107	100	911	100	888	100	120	100

Constatou-se que o método de área fixa parcela rectangular apresentou maior número de espécies tendo apresentado 6 diferentes espécies e o pior foi de Prodan tendo apresentado apenas 2 espécies. A espécie que melhor representou o povoamento foi de *Androstachys johnsonii* para todos métodos de amostragem.

Estudo realizado por Moscovich, *et al.*, (1999) que visava comparar métodos de área fixa e área variável, apresentou resultados diferentes, onde observou ocorrência de mesmo número de espécies em todos métodos de amostragem numa floresta de *Araucária angustifolia*. Essa diferença pode-se explicar pelo facto de neste estudo haver diferença dos raios de cobertura das parcelas e a diferença do tamanho das parcelas do método de área fixa em relação ao de Prodan.

4.2. Análise de Precisão

Para a análise de precisão dos métodos de amostragem de área fixa (Parcela rectangular, circular e quadrangular) e método de Prodan determinou se os parâmetros dendrométricos para a quantificação da floresta para cada unidade amostral, considerando um diâmetro mínimo de 10 cm e fez se as análises estatísticas.

4.2.1. Determinação de número de indivíduos por hectare

Na tabela 5, podem ser observadas as estimativas de número de indivíduos por hectare, e os indicadores de precisão.

Tabela 5: Estatísticas de estimativa de número de indivíduos por hectare

Parâmetros	Área fixa			Prodan
	Rectangular	Circular	Quadrangular	
Média (Ind./ha)	691,88	569,38	554,38	745,65
Variância (Ind./ha)	31188,73	21948,60	27307,15	94512,38
Desvio padrão (Ind./ha)	176,60	148,15	165,25	307,43
variância da média (Ind./ha)	2495,10	1097,43	1365,36	4725,62
Erro Padrão (Ind./ha)	49,95	33,13	36,95	68,74
Erro absoluto (Ind./ha)	104,55	69,34	77,34	143,88
Erro relativo (%)	15,11	12,18	13,95	19,30
Intervalo de confiança (Ind/ha)	588-797	500-639	477-632	602-890
Número ideal de amostra	28	29	37	68
Número de amostra colectada	20	20	20	20

Quanto a precisão dos métodos na estimativa de número de árvores por hectare, o método de área fixa apresentou maior precisão em relação ao método de Prodan apesar de não ter alcançado o limite de erro pré-estabelecido de 10 % a parcela circular apresentou um erro de amostragem de 12,18% seguido por quadrangular 13.95%, rectangular 15.11% e o Prodan 19,30% a nível de significância de 5%. Miranda *et al.*, (2015), em seu estudo que visava comparar a precisão e eficiência dos métodos de área fixa, Bitterlich e Prodan, observou resultados idênticos onde o método de área fixa foi o mais preciso na estimativa de número de indivíduos por hectare, no inventário florestal de uma plantação de *Tectona grandis*.

A maior diferença observada nas unidades de amostragem de área fixa em relação ao método de área variável (Prodan) deve se ao facto de que no método de Prodan apenas são medidas seis árvores mais próximas, cobrindo menor área, neste método em média cada ponto amostral cobriu uma área de 0,0085 ha ao passo que unidades amostrais de área fixa cobriu 0,08 ha.

Observa-se ainda que o método de Prodan apresentou um número muito superior de indivíduos por hectare, o que pode ter acontecido é que nesta unidade, os indivíduos estavam muito próximos e a área da parcela se tornou pequena e na estimativa por hectare resultou em um número superior de indivíduos.

Para satisfazer os critérios de precisão de limite de erro de 10% a 5% de significância, é necessário que se volte ao campo se medir mais 8, 9, 17 e 48 unidades amostrais retangulares, circulares, quadrangular e Prodan respetivamente.

4.2.2. Determinação de área basal por hectare

Na tabela 6 pode se observar os valores das estimativas de área basal por hectare, e os seus respectivos indicadores de precisão.

Tabela 6: Estatísticas de estimativa de área basal por hectare

Parâmetros	Área fixa			Prodan
	Rectangular	Circular	Quadrangular	
Média (m ² /há)	12,46	10,21	9,91	12,82
Variância (m ² /há)	9,74	8,10	8,90	42,68
Desvio padrão (m ² /há)	3,12	2,85	2,98	6,53
Variância da média (m ² /há)	0,01	0,41	0,45	2,13
Erro Padrão (m ² /há)	0,10	0,64	0,67	1,46
Erro absoluto (m ² /há)	0,22	1,33	1,40	3,06
Erro relativo %	1,74	13,05	14,10	23,84
Intervalo de confiança (m ² /há)	12.23-12.67	8.87-11.54	8.52-11.31	9.77-15.88
Número ideal de amostra	27	33	38	101
Número de amostra colectada	20	20	20	20

O método que apresentou maior precisão foi de área fixa com 1.74, 13.05 e 14.10% para parcelas rectangulares, circulares e quadrangulares respectivamente, com erro da parcela rectangular abaixo de limite de erro pré-estabelecido de 10%, e o método de Prodan foi o péssimo por ter apresentado um erro de amostragem de 23.84%. Miranda *et al.*, (2015) no estudo de precisão e eficiência de método de área fixa, Bitterlich e Prodan, verificaram resultados semelhantes, onde maior precisão é encontrada no método Bitterlich, seguido por área fixa e por último Prodan numa plantação de *Tectona grandis*.

Olhando para as médias, o método de Prodan apesar de ter apresentado um erro de amostragem maior em relação aos outros, este apresentou uma média de área basal muito próximo da média estimada pela unidade amostral rectangular a que apresenta menor erro, isso deve se ao facto de

que a média é muito susceptível aos valores extremos, ou seja, este método possui uma amplitude maior de intervalo de confiança da média.

O que pode explicar o maior erro de amostragem do método de Prodan, é a variação do tamanho das unidades amostrais que é influenciada pela densidade dos indivíduos visto que se trata de uma floresta nativa. Para satisfazer os critérios de precisão de limite de erro de 10% a 5% de significância, é necessário que se volte ao campo medir 7, 13, 18 e 81 unidades amostrais rectangulares, circulares, quadrangular e Prodan respectivamente.

4.2.3. Determinação de volume comercial por hectare

A tabela 7 mostra as estimativas de volume comercial por hectare, com os seus respectivos estimadores de precisão.

Tabela 7: Estatísticas de estimativa de volume comercial por hectare

Parâmetros	Área fixa			Prodan
	Rectangular	Circular	Quadrangular	
Média (m ³ /ha)	84,45	68,22	66,40	8,89
Variância (m ³ /ha)	754,03	525,63	634,03	33,33
Desvio padrão (m ³ /ha)	27,46	22,93	25,18	5,77
Variância da média (m ³ /ha)	5,36	26,28	31,70	1,67
Erro Padrão (m ³ /ha)	2,31	5,13	5,63	1,29
Erro absoluto (m ³ /ha)	4,84	10,73	11,78	2,70
Erro relativo (%)	5,74	15,73	17,75	30,41
Intervalo de confiança (m ³ /ha)	79.60-89.29	57.49-78.95	54.61-78.18	6.18-11.58
Número ideal de amostra	43	46	58	164
Número de amostra colectada	20	20	20	20

O método de área fixa foi que apresentou melhor precisão na estimativa de volume comercial por hectare tendo apresentado erros de amostragem de 5.74, 15.73 e 17.75% para parcelas rectangular, circular e quadrangular respectivamente, onde parcela rectangular apresentou um erro de amostragem abaixo de 10% de limite erro pré-estabelecido, e o pior método foi de Prodan que apresentou um erro de 30.41%. Cardoso, (2015) quando estudava métodos de amostragem de área fixa e de Prodan, obteve resultados diferentes em seu estudo, onde observou que o método de Prodan foi mais preciso em relação ao método de área fixa em um povoamento *Pinnus sp.*. Este método é eficiente em florestas plantadas, devido a uniformidade dos diâmetros e altura, assim como espaçamento regular, não havendo muita variação entre o tamanho da parcela e volumes individuais das árvores medidas.

Para satisfazer os critérios de precisão de limite de erro de 10% a 5% de significância, é necessário que se volte ao campo medir 23, 26, 38 e 144 unidades amostrais retangulares, circulares, quadrangular e Prodan respetivamente.

4.2.4. Determinação de volume total por hectare

A tabela 8, mostra as estimativas de volume total por hectare e os respectivos estimadores de precisão.

Tabela 8: Estatísticas de estimativa de volume total por hectare

Parâmetros	Área fixa			
	Rectangular	Circular	Quadrangular	Prodan
Média (m ³ /ha)	119,08	96,76	92,99	13,04
Variância (m ³ /ha)	1334,35	1091,65	1133,00	72,79
Desvio padrão (m ³ /ha)	36,53	33,04	33,66	8,53
Variância da média (m ³ /ha)	87,82	54,58	56,65	3,64
Erro Padrão (m ³ /ha)	9,37	7,39	7,53	1,91
Erro absoluto (m ³ /ha)	19,61	15,46	15,75	3,99
Erro relativo (%)	16,47	15,98	16,94	30,63
Intervalo de confiança (m ³ /ha)	99.46-138.69	81.29-112.22	77.23-108.74	9.04-17.02
Número ideal de amostra	39	47	52	166
Número de amostra colectada	20	20	20	20

O método de área fixa parcela circular foi que apresentou maior precisão, com uma estimativa de erro amostral de 15.98% superestimando parcela rectangular, quadrangular e o método de Prodan com um erro de amostragem de 16.47, 16.94 e 30.63% respectivamente. Vieira Júnior *et al.*, (2015) observou resultados similares, sendo mais preciso o método de Bitterlich, seguido por método de área fixa e por último Prodan no inventário florestal de Eucalipto.

Para satisfazer os critérios de precisão de limite de erro de 10% a 5% de significância, é necessário que se volte ao campo medir 19, 27, 32 e 146 unidades amostrais retangulares, circulares, quadrangular e Prodan respetivamente.

No método de Prodan, na estimativa dos volumes comerciais assim como totais observa se valores médios relativamente baixos em relação ao método de área fixa. Isso deve se ao facto de que as árvores medidas no método de Prodan apresentavam menores diâmetros como se pode observar no gráfico de distribuição diamétrica (figura 5) e os maiores erros de amostragem observados neste método, devem se a maior variação do tamanho das unidades amostrais.

Em todos casos o número de parcelas necessárias para satisfazer o limite de erro estabelecido é sempre maior no método de Prodan, mas que pode até necessitar de mesmo esforço para satisfazer os critérios de precisão do método de área fixa, isto por que no método de Prodan são medidas apenas seis árvores por unidade amostral.

4.2.5. Precisão das estimativas dos parâmetros dendrométricos

A figura 4 ilustra o gráfico de dispersão dos erros de amostragem dos métodos nos parâmetros dendrométricos.

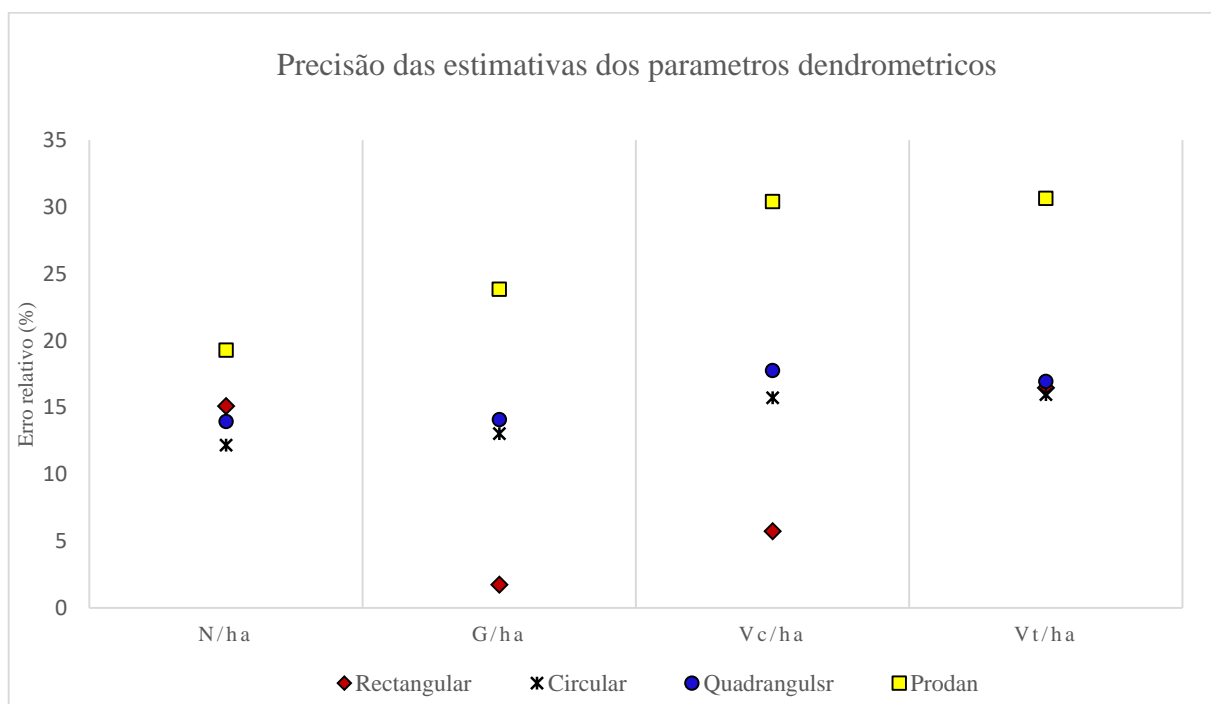


Figura 4: Precisão das estimativas dos parâmetros dendrométricos

De um modo geral, comparando a precisão das estimativas dos parâmetros dendrométricos das unidades amostrais pode se observar que a unidade amostral rectangular apresentou melhor precisão por ter apresentado menor erro de amostragem na estimativa de área basal e volume comercial por hectare a baixo do limite do erro pré-estabelecido, apresentou o segundo menor erro de amostragem na estimativa de volume comercial por hectare e o terceiro menor erro de amostragem na estimativa de número de indivíduos por hectare conforme ilustra a figura 4.

O método de Prodan foi que apresentou erros amostrais maiores em relação as unidades amostrais de método de área fixa em todos parâmetros dendrométricos, isso pode ser influenciado pela variação de tamanho das unidades amostrais e diferença da intensidade de amostragem.

4.2.6. Análise de variância dos parâmetros dendrométricos

Para a análise de variância, foi utilizado o delineamento inteiramente causalizado, onde em todos os casos fez-se a análise de variância (Anexo III), e por fim o teste de Tukey tabela 9. Todas análises foram feitas a nível de significância de 5%.

Tabela 9: Teste de Tukey a 5% de significância para estimativa de número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.

Unidade amostral	N/ha Ind/ha	G/ha m²/ha	Vc/ha m³/ha	Vt/ha m³/ha
Rectangular	691,9 ab	12,4 a	84,4 a	119,1 a
Circular	569,4 b	10,2 a	68,2 a	96,7 ab
Quadrangular	554,4 b	9,9 a	66,3 a	92,9 b
Prodan	745,6 a	12,8 a	8,8 b	13,1 c

N/há – Número de indivíduos por hectare, G/há – Área basal por hectare, Vc/ha – Volume comercial por hectare, Vt/há-- Volume total por hectare.

A análise de variância mostrou que existem diferenças significativas entre pelo menos uma das médias das unidades amostrais, para número de árvores, volume comercial e total por hectare. Sendo assim, para saber quais médias diferem entre se, foi realizado o teste de Tukey tabela 9. Para a área basal por hectare não houve diferença significativa entre as unidades de amostragem.

Téo *et al.*, (2014), visavam comparar métodos de amostragem de área fixa, Bitterlich, Strand e Prodan em um fragmento ombrófila mista, observaram que não há diferenças significativas para estimativa de número de indivíduos e área basal por hectare. Moscovich, *et al.*, (1999) quando estudavam os métodos de área fixa e área variável, observaram que não houve diferenças significativas para estimativas de número de indivíduos, área basal e volume comercial por hectare em uma floresta de *Araucária angustifolia*.

4.3. Análise de Eficiência

Durante a execução das actividades foi cronometrado o tempo de instalação e medição das árvores com DAP igual ou superior a 10 cm inclusas nas unidades amostrais. O método de área fixa apresentou maior tempo total de execução do inventário, 2 horas e 43 minutos e para o Prodan foi de 36 minutos e 20 segundos. A eficiência para cada método esta apresentada na tabela 10.

Tabela 10: Eficiência dos métodos na estimativa de número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.

Método	Tempo (min)	N/ha		G/ha		Vc/ha		Vt/ha	
		CV%	ER	CV%	ER	CV%	ER	CV%	ER
A. Fixa	8,17	25,53	1,88	25,06	1,95	32,52	1,16	30,68	1,30
Prodan	1,82	41,23	3,23	50,95	2,12	64,98	1,30	65,45	1,28

N/há – Número de indivíduos por hectare, G/há – Área basal por hectare, Vc/ha – Volume comercial por hectare, Vt/há-- Volume total por hectare, CV – Coeficiente de variação, ER – Eficiência Relativa.

Para a determinação de número de indivíduos, área basal e volume comercial por hectare, o método de Prodan apresentou maior eficiência em relação ao método de área fixa. A maior eficiência de método de Prodan, foi influenciado por tempo de medição apesar de apresentar maior coeficiente de variação. Este resultado não foi encontrado por Cardoso (2015), quando estudava métodos de amostragem de área fixa e de Prodan., onde constatou maior eficiência para o método de área fixa, seguido por Prodan na estimativa de número de indivíduos, área basal e volume comercial por hectare em um povoamento *Pinnus sp.*

Para o volume total por hectare, o método de área fixa foi que apresentou maior eficiência em relação ao método de Prodan. Estes resultados não foram encontrados por Vieira Júnior (2009), na estimativa do volume total por hectare sendo o método mais eficiente, Prodan, seguido por Bitterlich e por fim Área fixa no povoamento de Eucalipto.

A eficiência do método de área fixa na determinação de volume total por hectare esta relacionada ao coeficiente de variação que foi menor quando comparado ao método de Prodan. Apesar deste método apresentar maior tempo de execução, esse factor não influenciou na sua eficiência relativa. O método de Prodan apresentou maior agilidade em sua execução, porém apresentou o maior coeficiente de variação, afectando o resultado da sua eficiência.

Apesar de o método de Prodan ter apresentado maior eficiência em três situações, foi que apresentou maior coeficiente de variação em todos parâmetros dendrométricos sofrendo interferência na amostragem devido à ausência de tratamentos silviculturais na área, ocasionando uma distância desuniforme entre as árvores e os pontos, assim apenas as 6 árvores de cada ponto não são suficientes para representar bem a área, o que levou ao aumento de seu coeficiente de variação.

4.3.1. Análise de variância para eficiência relativa

Para a análise de variância da eficiência relativa fez-se a determinação da eficiência para cada unidade de amostragem em todos parâmetros dendrométricos. Em cada parâmetro dendrométrico fez-se a análise de variância (ANOVA) (anexo IV), e por fim o teste de Tukey tabela 11. Todas análises foram feitas a nível de significância de 5%.

Tabela 11: Teste de Tukey a 5% de significância para eficiência relativa na estimativa de número de indivíduos, área basal, volume comercial e total por hectare.

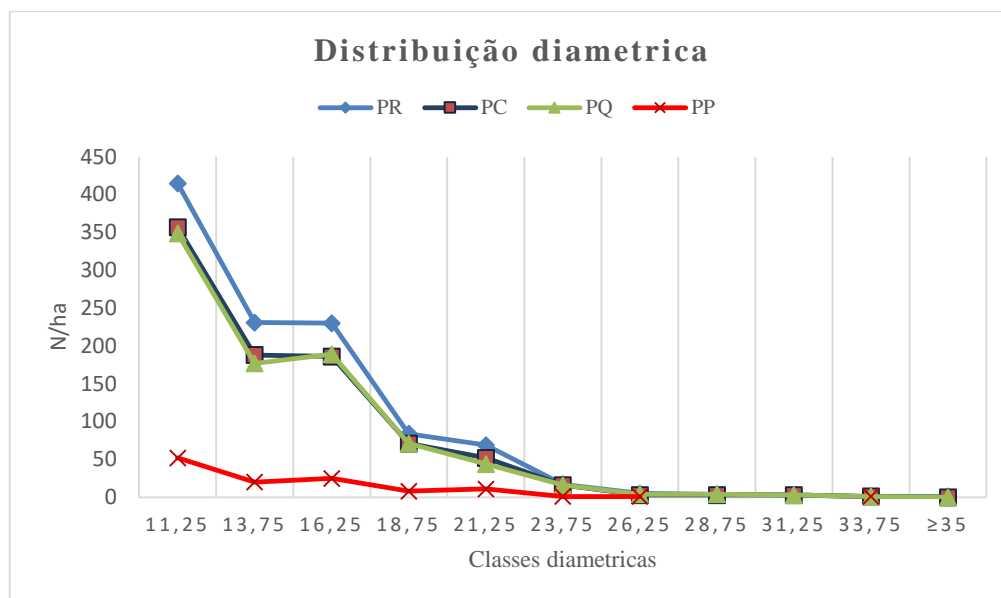
Método	N/ha ER	G/ha ER	Vc/ha ER	Vt/ha ER
A. Fixa	1,88 b	1,95 a	1,16 a	1,30 a
Prodan	3,23 a	2,12 a	1,30 a	1,28 a

N/há – Número de indivíduos por hectare, G/há – Área basal por hectare, Vc/ha – Volume comercial por hectare, Vt/há-- Volume total por hectare.

A análise de variância (ANOVA) para estimativa de área basal, volume comercial e volume total por hectare mostrou que não existe diferença significativa entre os métodos apesar de suas médias serem diferentes. E na estimativa de número de indivíduos por hectare a ANOVA mostrou que existe diferença significativa entre os métodos. Olhando para o teste de Tukey tabela 11 o método eficiente para número de indivíduos por hectare foi de Prodan. Este resultado está ligado a principal vantagem que é a medição de menor número de indivíduos na unidade amostral, isto leva à realização de levantamentos muito rápidos, pois só é preciso a medição das 6 árvores mais próximas com probabilidade proporcional a distância do ponto central.

4.4. Distribuição diamétrica das parcelas de área fixa

A figura 5 mostra histograma de distribuição diamétrica em função do número de árvores por hectare em cada forma de parcela de área fixa. A parcela rectangular e circular apresentaram uma diminuição de número de indivíduos contínuo a partir da classe juvenil a classe de maior diâmetro (madura) em forma de J invertido e a parcela quadrangular e método de Prodan apresentaram uma irregularidade na classe diamétrica média de 13,75cm. O método de Prodan apresentou diminuição dos indivíduos contínuo a partir da classe juvenil a classe adulta e verificou-se uma perturbação de indivíduos a partir da classe média 28.75 a 31.25 cm.



PR – Parcela Rectangular, PC – Parcela Circular, PQ – Parcela Quadrangular e PP -- Pontos de Prodan.
 Figura 5: Distribuição diamétrica das unidades amostrais

Este comportamento da parcela rectangular e circular coincide com os resultados do estudo de efeito dos tratamentos silviculturais nos ecossistemas de Mecrusse usando parcelas rectangulares (Bila *et al.*, 2011). Segundo Ribeiro *et al.*, (2002), esse tipo de curva de distribuição diamétrica, em que classes diamétricas mais jovens são abundantemente representadas, significa que o potencial da reposição da floresta após a morte (natural ou não) dos indivíduos adultos é típico de florestas naturais em bom estado de conservação.

Ainda os resultados da parcela rectangular e circular, coincide com os resultados encontrados na espécie de Mecrusse no Inventário Florestal Nacional de Magalhães (2018), que mostra que existe um balanço entre o recrutamento e a mortalidade, o que garante o crescimento da floresta, caso não seja perturbada.

A parcela Quadrangular e Pontos amostrais de Prodan mostraram resultados que coincidem com os obtidos por Santana *et al.*, (2011), estudando a estrutura horizontal de um fragmento de uma floresta mista, constatou que distribuição diamétrica mostrou uma irregularidade nas primeiras classes, sendo que o número de indivíduos na classe média 13,75 cm foi menor que a classe subsequente (madura) como descreve o gráfico da figura 5, confirmando intervenção antrópica, principalmente na classe diamétrica média de 13,75 cm com indivíduos menores a classe subsequente.

5. CONCLUSÃO

Após a análise de dados pode se concluir que:

O método que ofereceu estimativas de número de árvores, área basal, volume comercial e total por hectare com maior precisão foi de área fixa circular com 570 Ind/ha, área fixa rectangular 12.46 m²/ha, área fixa rectangular 84.45 m³/ha, e área fixa circular 96.76 m³/ha respectivamente.

Para a análise de precisão, o método que apresenta melhores estimativas dos parâmetros dendrométricos foi de área fixa rectangular a 5% de significância e 10% de limite de erro, por ter apresentado menores erros nas estimativas dos parâmetros dendrométricos.

Quanto a eficiência dos métodos, a análise de variância indicou que para estimativa de área basal, volume comercial e volume total por hectare não há diferenças significativas da eficiência e para o número de indivíduos por hectare foi o método de Prodan.

Na distribuição diamétrica, as parcelas rectangulares e circulares mostraram uma regularidade da distribuição diamétrica o que indica bom estado de conservação da floresta e para a parcela quadrangular observou se irregularidade na distribuição das árvores.

No inventário florestal de Mecrusse quando se pretende precisão o melhor método a usar é de área fixa parcela rectangular e quando se pretende eficiência o melhor método a usar é de Prodan.

6. RECOMENDAÇÕES

Com base no presente estudo de avaliação dos métodos de amostragem de área fixa e de Prodan no inventário florestal de Mecrusse, recomenda-se:

- Uso de mais métodos de amostragem que melhor caracterizam o povoamento, pós um método que melhor caracteriza o povoamento numa certa região pode não ser melhor para uma outra região.
- Estudo de mais métodos de amostragem de área variável no Inventário Florestal de Mecrusse que possam oferecer maior precisão nas estimativas dos parâmetros dendrométricos.
- Estudo da eficiência e precisão de método de amostragem de área variável no inventario das plantações florestais.
- Estudo sobre tamanho ideal das parcelas do método de área fixa para o inventário florestal de Mecrusse para a determinação dos parâmetros dendrométricos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegria, C. M. (2004). *Licoes de Dendrometris e Inventario Florestal I*. Castelo Branco.
- Andrade, V.; Vieira Júnior, J. G. (2009). *Avaliação da Eficiência e Exatidão dos Métodos de amostragem de Bitterlich, Prodan e Parcela de Área fixa para inventario florestal em Povoamento de Eucalipto*. São João Evangelista.
- Avery, T. E.; Burkhart, H. (1983). *Forest measurements*. New York.
- Bartoszeck, A. C. P. S., Machado, S. A., Oliveira E. B., (2004). *A distribuição diamétrica para bracatingais em diferentes idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba*. Curitiba.
- Bila, J. M. Chelene, I. Manhiça, G. Mabjaia, N. (2011), *Efeito dos tratamentos silviculturais nos ecossistemas de Mecrusse em Mabote, Província de Inhambane*. Maputo.
- Campos, J. C.C. e Leite H, G. (2006); *Mensuração florestal*, 2 ed. Viçosa.
- Cardoso, J. H. (1963). *Madeiras de Moçambique*. Ficha da *Androstachys johnsonii*, Laboratório de sementes e tecnologia agrícola e florestal. Direcção dos serviços de agricultura e florestas. Maputo.
- Cardoso, M. F. (2015). *Comparação dos métodos de amostragem de área fixa e prodan em um povoamento de Pinus sp. com 45 anos*. Curitibaanos.
- Cesaro, A. D. (1994). *Comparação dos Métodos de amostragem de área fixa relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência, no inventário florestal de um povoamento de Pinus sp.* Santa Maria.
- Chamba, E.; Mangué, P.; Sambane, E.; Simango S. (2002); *Estrutura e composicao do ecossistema de Mecrusse-Mabote*. Maputo-Marracuene.
- Clutter, J. L. Fortson, L. V., Pienaar, G. H., Brister, G. H., Bailey R. L., (1983). *Timber management*. New York.
- CODEVASF. (2009). *Apoio no gerenciamento da execucao do programa de desenvolvimento florestal do vale do parnaiba*. Curitiba.
- Cuaranhua, C.J. (2004), *Influência do Tamanho das Parcelas no Desvio Padrão de um Inventario Florestal numa plantação de Eucalyptus grandis*. Maputo.
- Cunha, U. S. (2004). *Dendrometria e Inventário Florestal*. Escola Tecnica Federal de Manaus.

Farias, C. A. (2002). *Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequineas*. Viçosa.

Faria J. A., (2010). *Atividade florestal no contexto da fumicultura*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria;

Husch, B, (1971). *Planificación de um inventario Forestale. FAO: Estudios de Silvicultura y Productos Forestales*. Roma.

MAE, M. D. (2005). *Perfil do Distrito de Chicualacuala Provincia de Gaza*. Maputo.

Magalhães, T. M. (2004). *Influência do Tamanho das Parcelas de amostra no Desvio Padrão de um Inventário em Florestas Comunitária Madjadjane*. Maputo.

Magalhães, T.M. (2018). *Inventario Florestal Nacional*. Maputo.

Miranda, D. L. C., Francio, J., Santos, J. P., Sanquetta C. R., Corte, A. P. D., (2015). *Precisão e eficiência relativa de métodos de amostragem em teca*. Brasília.

Morais Filho, A. D., Bravo, C. V., Roque, R. A., & Andrade, W. F. (2003). *Utilização de métodos estatísticos em inventário florestal*. Piracicaba.

Moscovich, F. A., Brena, D. A., Longhi S. J., (1999). *Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta de Araucaria angustifolia*.

Muzime, I. P. 2015. *Avaliação da Estrutura da vegetação do Mopane e sua relação com o nível de degradação em Mabalane, Província de Gaza*. Maputo.

Nakajima, N. Y.; Kirchner, F. F.; Sanquetta, C. R. Posonski, M. (1998). *Elaboração de um sistema de amostragem para estimativa de valores correntes e mudança/crescimento em reflorestamento de Pinus*. Curitiba.

Pellico Neto, S., & Brena, D. A. (1997). *Inventario florestal*. Curitiba.

Pereira Sobrinho J. C. (2003) *Estudo Comparativo da Eficiência de Métodos de Parcelas com Área Fixa e Métodos de Distância em Inventário Florestal. Brasil Florestal*;

Pulz, F. A., Scolforo J. R., Oliveira A. D., Mello J. M., Oliveira Filho A. T., (1999). *Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com a matriz de transição*. Cerne, Lavras.

Ribeiro, G. S. (2011). *Inventario florestal por linhas de amostragem em reflorestamentos comerciais*. Brasília.

Sanquetta, C. (2006). *Inventários florestais: planejamento e execução*. Curitiba.

Saquetta, C., Corte, A., & Fernandes, L. (2009). *Inventario florestal: planejamento e execucao*. Curitiba.

Scolforo, J. R. S. (1998), *Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas*. Lavras: UFLA/FAEPE.

Silva, A. G.; Paiva, H. N.; Gonçalves, W. (2007). *Avaliando a arborização urbana*. Viçosa.

Silva, J. A. A.; Neto, F. P. (1979). *Principios basicos de dendrometria*. Imprensa Universitária da UFRPE.

Soares, C. P. B.; Neto, F. P.; Souza, A. L. (2006) *Dendrometria e Inventário Florestal*. Viçosa.

Téo, S. J., Schneider, C. R., Fiorentin, L. D., Costa, R. H., (2014). *Comparação de métodos de amostragem em fragmentos de floresta ombrófila mista, em lebon*.

Tomé, M. (2003). *Inventariação de Recursos Florestais*. Lisboa.

Tanato, J.G. e Brouwer, R. (2010). *Plano de Maneio Comunitário dos Recursos Florestais da Comunidade de Ndombe*. Programa Conjunto da Agencias das Nações Unidas em Valorização Ambiental e Adaptação a Mudanças Climáticas no Distrito de Chicualacuala. FAO. Maputo.

Van Laar A. and Akça A. (2007) *Forest Mensuration*.

Vasquez, A. G. (1988). *Método de amostragem em linhas: desenvolvimento e aplicação em uma floresta implantada com Pinus taeda L*. Curitiba.

Anexo I

Ficha de campo para o Método de Área fixa

Província _____ Distrito _____ Posto administrativo _____

Tipo de Floresta _____ Tamanho da parcela _____ Tempo _____

Lat: _____ Log: _____ Data ___/___/____. Número da ficha _____

Nr	Nome da Espécie		DAP (cm)		HC (m)	HT (m)	Observação
	Científico	Local	D1	D2			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							

Anexo II

Ficha de campo para o Método de Prodan

Província _____ Distrito _____ Posto administrativo _____

Tipo de Floresta _____ Data ___/___/____. Número da ficha _____

Nr	Nome da Espécie		Coordenadas		DAP	Altura (m)		Dista (m)	Obs
	Científico	Local	X	Y	(cm)	HC	HT		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
Tempo de medição:									
Número de parcela:									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
Tempo de medição:									
Número de parcela:									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
Tempo de medição:									
Número de parcela:									

Anexo III

Analysis of Variance for N/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	3	523437	523437	174479	3,99	0,011
Error	76	3324180	3324180	43739		
Total	79	3847617				

Analysis of Variance for G/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	3	135,54	135,54	45,18	2,60	0,058
Error	76	1319,14	1319,14	17,36		
Total	79	1454,68				

Analysis of Variance for Vc/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	3	65653	65653	21884	44,96	0,000
Error	76	36994	36994	487		
Total	79	102646				

Analysis of Variance for Vt/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	3	129200	129200	43067	47,43	0,000
Error	76	69004	69004	908		
Total	79	198205				

Anexo IV

Analysis of Variance for N/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamento	1	19,893	19,893	19,893	45,75	0,000
Error	38	16,525	16,525	0,435		
Total	39	36,418				

Analysis of Variance for G/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamento	1	0,2390	0,2390	0,2390	0,88	0,355
Error	38	10,3722	10,3722	0,2730		
Total	39	10,6112				

Analysis of Variance for Vc/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamento	1	0,19206	0,19206	0,19206	1,93	0,173
Error	38	3,78185	3,78185	0,09952		
Total	39	3,97391				

Analysis of Variance for Vt/ha, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamento	1	0,0117	0,0117	0,0117	0,11	0,748
Error	38	4,2344	4,2344	0,1114		
Total	39	4,2461				