



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

**Avaliação da optimização da serragem da Madeira de *Colophospermum mopane*
(Chanato) na serra fita da empresa Tembwe Lda. Manica**

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

Autor: Holanda Armindo Guambe

Tutor: Eng. Pedro Venâncio Wate (MSc)

Lionde, Outubro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de licenciatura sobre, **Avaliação da Optimização da Serragem da Madeira de *Colophospermum mopane* (Chanato) na Serração da Tembwe Madeira L.da Manica.** Apresentado ao curso de Engenharia Florestal na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção de grau de licenciatura em Engenharia Florestal.

Júri
Supervisor: Pedro Venâncio Wate
Eng. Pedro Venâncio Wate (Msc)

Avaliador: Arão Raimundo Finiasse
drº. Arão Raimundo Finiasse (MSc)

Avaliador: Emídio José Matusse
Engº. Emidio Matusse (MSc)

Lionde Setembro de 2023

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELA E FIGURA	i
ÍNDICE DE GRÁFICO, EQUAÇÃO E ANEXO	ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	iii
DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTO	vi
RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e justificação do estudo	2
1.2. Objectivos	3
1.2.1. Geral	3
1.2.2. Especifico	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Indústria madeireira	4
2.1.1. Indústria madeireira em Moçambique	4
2.1.2. Classificação das serrações e tipos de serras	5
2.2. Manutenção das serras	5
2.2.1. Processamentos dos toros	6
2.2.2. Processamento primário	6
2.3. Diagrama de corte	6
2.3.1. Esquema de corte Tangencial	6
2.3.2. Tangencial	7
2.3.3. Esquema de corte Radial	7
2.3. Processamento secundário	7
2.2.4. Eficiência operacional	8
2.2.5. Análise dos factores que influenciam o desempenho operacional	9
2.2.6. Produtividade da serragem da Madeira	10
2.3. Importância do estudo do tempo	11
2.4. Importância da optimização da madeira	12
2.4.1. Etapas de produção da serragem da madeira	12
2.5. Descrição e principais usos da espécie em estudo	13
3. METODOLOGIA	15
3.1. Localização da área de estudo	15
3.1.2. Clima	15

3.1.3. Hidrografia	16
3.1.4. Flora	16
3.2.5. Fauna	16
3.1.4. Relevo e solos.....	16
3.1.6. Actividade económica.....	16
3.1.7. Descrição da empresa.....	17
3.2. Material.....	17
3.3. Métodos	17
3.3.1. Analise dos dados.....	18
3.3.2. Determinação do volume dos toros.....	18
3.3.2. Processo de serragem	19
3.3.3. Determinação do volume de madeira serrada	20
3.3.4. Obtenção do rendimento volumétrico da madeira serrada.....	20
3.3.5. Determinação da eficiência operacional na serra principal.....	21
3.4.4 Determinação dos desperdícios.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1. Rendimento da madeira serrada no processamento de toro de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato).....	22
4.1. Eficiência Operacional na serragem de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato)	24
4.2. Analise dos factores que influenciaram na eficiência da serração no processamento dos toros de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato).....	26
6. CONCLUSÕES	28
7. RECOMENDAÇÕES.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABELA E FIGURA

Lista de tabela

Tabela 1. Classificação das serrações segundo a máquina principal de corte, localização e a capacidade de produção.....	5
Tabela 2. Matérias utilizadas para a realização do trabalho.	17
Tabela 3. Indica o número de toros por classe diamétricas, comprimento e diâmetro médio de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato), por classes diamétricas.	18
Tabela 4. Classificação da madeira serrada quanto a sua qualidade.	19
Tabela 5. Rendimento de madeira serrada de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato) para as três classes diamétricas.	22
Tabela 6. Eficiência operacional (m^3 /operário/diária) de toros de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato).	24
Tabela 7. Eficiência operacional na serragem de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato) as três classes diamétricas (m^3 /operário/turno).....	24
Tabela 8. Parâmetros para avaliação da eficiência com base na disposição da maquinaria.....	26
Tabela 9. A tabela mostra as frequências absolutas e relativa em relação as respostas dadas pelos operadores da serração.	27

Lista de figura

Figura 1. Localização Geográfica da Cidade de Chimoio.....	15
Figura 2. Diagrama de corte usado para a obtenção das peças.	19

ÍNDICE DE GRÁFICO, EQUAÇÃO E ANEXO

Lista de gráfico

Gráfico 1. Eficiência operacional das três classes diamétricas estudadas.....	25
--	----

Lista de equação

Equação 1. Determinação do volume dos toros.	18
Equação 2. Determinação do volume da peça.....	20
Equação 3. Determinação do volume de madeira serrada (VMS).	20
Equação 4. Rendimento volumétrico da madeira serrada.	20
Equação 5. Determinação do rendimento por cada classe diamétrica.....	20
Equação 6. Determinação da eficiência operacional na serra principal.	21
Equação 7. Determinação dos desperdícios.	21

Lista de anexo

Anexo 1. Dados pertencentes a 1ª classe diamétrica de toros de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato).....	32
Anexo 2: Dados pertencentes a 2ª classe diamétrica de toros de <i>Colophospermum mopane</i> (Cha.nato).....	33
Anexo 3. Dados pertencentes a 3ª classe diamétrica de toros de <i>Colophospermum mopane</i> (Chanato).....	34
Anexo 4. Pátio de toros da Serração Tembwe Madeira Lda.	35
Anexo 5. Processo de toros e cubicagem dos toros.....	35
Anexo 6. Empilhamento da madeira serrada.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
MAE	Ministério da Administração Estatal
FAO	Organização das nações unidas para alimentação e agricultura
DAP	Diâmetro e Altura do Peito
%	Porcentagem
cm	Centímetros
m	Metros
m³	Metros cúbicos
D_{base} (cm)	Diâmetro da base em centímetros
D_{topo} (cm)	Diâmetro do topo em centímetros
R%	Rendimento da madeira serrada em porcentagem
C	Comprimento
E	Espessura
V	Volume
V_s	Volume da madeira serrada
VT	Volume do toro
L	Largura
ΣVp	Somatório do volume das peças



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que esta monografia é resultado da minha investigação realizada sob a orientação do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, 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, 02 de Outubro de 2023

(Holanda Armindo Guambe)

Holanda Armindo Guambe

DEDICATÓRIA

Dedico a este trabalho aos meus queridos e amados pais, Armino Simione Guambe e a minha mãe Claudina Alberto Nhatsave por terem-se mostrado assíduos e pelo apoio incondicional, a minha tia Ivone Macamo e ao meu amigo Ken Koff Cacho pela amizade e encorajamento nos momentos críticos do meu percurso académico.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus “o todo-poderoso”, razão da minha existência e persistência durante todo percurso da minha formação.

Agradeço aos meus pais Armindo Guambe e a Claudina Nhatsave que me conduziram com amor, carinho e paciência para vencer os obstáculos em todos os momentos.

Meus profundos agradecimentos, vão em especial para o meu supervisor Eng^o. Pedro Venâncio Wate (MSc) e a empresa Tembwe Madeira Lda. por ter aberto as portas para a realização deste estudo e pelo apoio prestado em todas as fases do trabalho.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza pela oportunidade de me formar em engenharia Florestal, Divisão da Agricultura e a todo corpo do Docente, em especial ao Eng^o Pedro Venâncio Wate (MSc), doctor Arão Raimundo Finiasse, Eng^o Emídio Matusse (Msc), dr^o Sérgio Alfredo Bila, Eng^a Juvência Iolanda Malate (Msc), Eng^o Severino Macoô, Eng^o Edson Masingue, o Prof.. Luís Júnior Comissário Mandlate (Phd), Prof Mario SebastiãoTuzine (Phd) e ao, por ter contribuído bastante para a minha formação.

Aos meus irmãos Gracinda, Valódia, Elton, Maira, Larcia, Geonício e Fidencio, a minha tia Ivone Lourenço Macamo, pelo sacrifício que passaram, o pedaço de pão que lhes foi tirado para minha ajuda, meu muito obrigado.

Aos meus colegas do curso e amigos, Ken Koff, Biciasse Leão, Amosse Mundai, Raissa Dimade, Laura, Ana Paula Machipissa, pela força, encorajamento, companheirismo.

A D.A. e a EF pela oportunidade de realização do curso, a qual permitiu o aprimoramento dos meus conhecimentos.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram e me ajudaram durante os estudos e tornaram possível a realização do meu sonho em formar-me na área da Engenharia Florestal.

Muitíssimo obrigado.

RESUMO

O presente estudo foi realizado na serração da empresa Tembwe Madeira L.da, localizado na província de Manica no distrito de Chimoio, concretamente na cidade de Chimoio, com objectivo de avaliar a optimização da serragem da madeira de *Colophospermum mopane* (Chanato) na serra fita. de Tembwe Madeira Lda Chimoio. Foram seleccionados aleatoriamente 60 toros de *CoColophospermum mopane* (Chanato), agrupados em três classes diamétricas (25-30, 30.1-35, 35.1-40 cm), sendo 20 toros para cada classe diamétricas. Antes da serragem mediu-se o diâmetro e comprimento de toro, para se obter o volume, após a serragem na serra fita, mediu-se o volume da madeira serrada, com o auxílio de um cronómetro mediu-se o tempo de serragem e fez-se a classificação da madeira serrada. Para as três classes diamétricas, houve uma tendência de aumento do rendimento de acordo com classe diamétrica, Constatando que a 3ª classe apresentou melhores rendimento em relação as outras duas classes. que variaram de acordo com o aumento da classe diamétrica, tendo sido o menor rendimento observado na 1ª classe (51.16%) e o maior na 3ª classe (69.78%), com uma diferença de aproximadamente (18.62%) entre a 1ª e 3ª classe. A eficiência operacional alcançada variou de 1.74 a 3.35 m³/operário/turno com uma média de 2.66 m³/operário/turno, e foi considerado aceitavel, pois processa menos de 50 m³/ por dia, para o nível tecnológico da empresa. A madeira serrada classificada como da primeira qualidade, observou-se o valor de 45.80%. Em termos dos resíduos, apresentou uma tendência de diminuição do volume de acordo com o aumento do diâmetro, sendo que a classe diamétrica (35.1-40 cm) apresentou melhores resíduos, que variaram de 30.22% a 48.84% com uma média de 39.64%. Os factores que influenciaram no rendimento volumétrico e eficiência operacional, foram a qualidade da matéria-prima. Pode-se concluir que a serração Tembwe Madeira L.da apresenta uma boa eficiência operacional na serragem de *Colophospermum mopane* (Chanato), com base no rendimento.

Palavras-Chave: Rendimento, Eficiência operacional, Tempo, Optimização da serragem

1. INTRODUÇÃO

Moçambique é um país que possui um grande potencial florestal, cerca de 70% do território nacional, é caracterizado pela predominância de savana arbórea de densidade baixa, com baixa produtividade por unidade de área, pouco volume comercial por hectare e alta variabilidade de espécies florestais arbóreas, espécies de difícil regeneração e de crescimento lento, a área produtiva florestal, ou seja, com potencial para produção de madeira foi estimada em cerca de 26,9 milhões de hectares (Marzoli, 2007).

A floresta é um recurso natural de grande importância na protecção dos recursos hídricos, conservação do ambiente e na protecção da biodiversidade, funciona como reservatório de carbono, reduzindo o efeito de estufa. É usada como fonte de matéria-prima para as indústrias, no abastecimento de lenha e carvão, material de construção e plantas medicinais (Freitas, 2000).

O sector florestal goza de grandes prestígios na economia de muitos países em via de desenvolvimento e tem sido uma das bases de projecção de diferentes países desenvolvidos. Moçambique é um país em via de desenvolvimento e com um considerável potencial de recursos florestais madeireiros, os quais constituem uma das fontes de riqueza para a nação (Manhiça, 2010).

Os produtos madeireiros em Moçambique são comercializados nos mercados nacional e internacional. A exploração florestal e processamento de madeira compreende uma série de produtos tanto para o consumo próprio assim como para a comercialização (Alberto, 2004).

Os produtos de madeira que dominam o mercado nacional são madeira para construção civil (produtos de cofragem, réguas de parquet, e outros) e madeira para a construção de mobiliário (moveis para uso doméstico e em pequena escala moveis de escritório) (Eureka, 2001).

Floresta é de suma importância para a sociedade, tanto do ponto de vista económico quanto ambiental, mas precisa ser maneada de maneira sustentável para que os recursos possam ser utilizados causando o mínimo de danos possíveis ao ecossistema natural. E em função do seu grande ecossistema, elevada riqueza em biodiversidade e grande fornecedora de produtos madeireiros e não madeireiros a floresta, tornou-se alvo de pressões nacionais e internacionais relacionadas a sua conservação (Bona *et al.*, 2015).

A madeira tem um papel importantíssimo na civilização humana. Inicialmente foi utilizada para vários fins, que até hoje são predominantes tais como abrigo, armas, combustível, transporte etc. Ao longo do tempo vários usos foram surgindo conforme as necessidades, (Martins

& Araújo, 2005). A madeira é a principal matéria-prima na indústria madeireira para produtos tais como: compensados, chapas de madeira aglomerada, chapas de fibras, resinas, açucares, papel e celulose (Egas, 2000).

Conforme Nhazilo (2006), as serrações produzem a maior diversidade de produtos provenientes da madeira, a medida em que os toros são processados mecanicamente ou manualmente e transformados em: pranchas, tábuas, caibros, vigas, sarrafos, pontaletes, ripas e outros.

A valorização da serragem é uma alternativa para aumentar a eficiência do sector madeireiro na região, a serragem em particular é um material sem aproveitamento adequado, mas apresenta características distintas que permitem diversas formas de utilização.

A serradura da madeira constitui-se em um problema para as indústrias madeireiras, pois há poucas formas de aproveitamento que sejam acessíveis e que permitam uma real valorização deste material. Se não há a possibilidade de atender alguma demanda interna da serração, como energia, a serradura deve ser destinada a outros usos que não impliquem em custos adicionais à indústria madeireira.

Estudos de optimização da serragem da madeira na utilização de matéria-prima, mão-de-obra e maquinaria conduzem a uma rentável produção de madeira serrada. Sendo assim, é importante que seja feito estudo que determine a qualidade da serração, para ajudar na tomada de decisões, para a melhoria dos aspectos técnicos e de gestão da empresa.

1.1. Problema e justificação do estudo

As serrações são frequentemente indústrias isoladas, com pequeno capital e manuseio inadequado, para além de utilizarem equipamentos em mau estado de conservação e obsoletos, e o estado de conservação dos equipamentos faz com que algumas serrações sejam mais produtivas, ao passo que outras são ineficientes e menos económicas, e geram uma grande quantidade de subprodutos (Vital, 2008).

Uma das informações necessárias na optimização é a definição do melhor uso da madeira que garante um melhor aproveitamento das árvores. Portanto deve ser feita a análise da optimização em consideração as informações como qualidade e dimensões dos toros. Deste modo, o toro pode ser subdividido em toros e ter diferentes destinos, proporcionando maior rentabilidade volumétrica e económica para a serração (Chichorro, 2000).

A variação da optimização da serragem da madeira é dos grande problemas que ocorre na indústria de processamento da madeira, este factor tem vindo a causar grandes transtornos

para as empresas de processamento Madeireiro, pois os seus produtos perdem o seu valor comercial e tornando desta forma menos competitivos no mercado. Muitas desta indústria aferem grande desperdício do seu produto por falta do conhecimento adequado para minimizar as sucessivas avaliações que ocorrem na serragem.

Para garantir a sustentabilidade da indústria madeireira Moçambicana incluindo a serração Tembwe Madeira Lda., fica evidente a necessidade de pesquisas que disponibilizem informações técnicas sobre optimização na serragem de espécies nativas, através de estudo de rendimento e a eficiência, que servirão de base para os gestores da empresa avaliar o seu desempenho, esses parâmetros revelarão com relativa transparência se as operações no empreendimento estão sendo executadas correctamente. Pois na ausência dessas informações afectara aquilo que é o empreendimento da empresa, uma vez que a gerência da mesma ficará sem os subsídios para a tomada de decisões sobre como investir para melhorar a sua produção. O presente estudo pretende trazer informações que possibilitem a melhor a optimização nas actividades de processamento da madeira, na serração Tembwe Madeira Lda.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- Avaliar a optimização da serragem da madeira de *Colophospermum mopane* (Chanato) na serra fita de Tembwe Madeira Lda. Chimoio.

1.2.2. Especifico

- Analisar os diagramas de cortes usados na serragem de *Colophospermum mopane*;
- Determinar o rendimento de madeira serrada de *Colophospermum mopane*;
- Analisar a eficiência operacional na serragem dos toros de *Colophospermum mopane*;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Indústria madeireira

A indústria madeireira é o ramo da indústria voltado ao processamento da madeira. Inclui o plantio ou extracção, o corte, o armazenamento, o tratamento bioquímico, a modelagem e a finalização. O produto final desta actividade pode ser a construção civil, a fabricação de móveis ou a obtenção de celulose para a fabricação do papel, entre outros derivados da madeira (Ferreira, 2006).

A localização de uma serração deve ser definida principalmente em relação ao suprimento regular de toros, a disponibilidade de mão-de-obra, a qualidade do transporte dos toros e da madeira serrada e a carga tributária da região de implantação do empreendimento (Vital, 2008). Segundo Ferreira (2006), várias indústrias madeireiras, as que têm maior destaque nesse ramo são: As indústrias de aglomerados, de contraplacados, parquet, de polpa celulósica, as carpintarias e serrações.

A influência da madeira na viabilidade técnico-económica nota a importância do melhor aproveitamento deste recurso. Os toros chegam às serrações com diâmetros e comprimentos variados, portanto sua classificação em lotes de classes diamétricas implica em menos regulares dos equipamentos de corte (Néri, 2007).

Para Vital (2008), seriam regulados com maior frequência caso os toros fossem processadas aleatoriamente, o que diminuiria o tempo de processamento efectivo e, conseqüentemente, a produtividade da serração e quanto maior o diâmetro dos toros, maior o rendimento em serrado bruto.

O rendimento das serrações está relacionado a dois conjuntos de factores que proporciona a serragem dos toros: factores inerentes à madeira (densidade, disposição dos elementos estruturais, presença de componentes químicos e teor de humidade) e factores inerentes ao equipamento de corte (tipo de dente, espessura da lâmina, tensão da lâmina e espaçamento entre dentes da serra). Portanto, a qualidade da maquinaria tem papel importante na eficiência das serrações (Dobner 2012).

2.1.1. Indústria madeireira em Moçambique

De acordo com Eureka (2001), as indústrias madeireira em Moçambique existiam 133 unidades industriais madeireiras registadas no país, que processavam a madeira em toros, sendo 40 serrações, 69 serrações com carpintarias, 22 carpintarias, 1 fábrica de contraplacados e 1 uma

fabrica de aglomerados em 2001. Para além destas, existem algumas pequenas empresas de base florestal não registadas.

A maior parte das indústrias que actuam no sector florestal possuem equipamentos obsoletos, facto associado à manutenção inadequada da maquinaria, levando desta forma a constantes interrupções na produção, resultando em uma produtividade muito baixa. Além disso, os produtos obtidos são de baixa qualidade. As serrações são indústrias de transformação da madeira em toro, em madeira serrada a partir de máquinas de processamento cujos elementos principais de trabalho são as serras, diferenciando-se em serra fita, serra circular e serra alternativa. A madeira serrada também é definida como um produto resultante da acção de cortes transversais do toro em vista a proporcionar-lhe tamanhos e qualidades desejadas (Ipex, 2003).

2.1.2. Classificação das serrações e tipos de serras

De acordo com Egas (2000), as serrações são classificadas com base na máquina principal de corte, no volume de produção, ou seja, capacidade de produção e com base nas características da sua instalação num determinado local, conforme mostra tabela 1, abaixo indicado.

Tabela 1. Classificação das serrações segundo a máquina principal de corte, localização e a capacidade de produção.

1. Máquina principal de corte	Serra alternativa múltipla Serra circular Serra fita
2. Capacidade de produção	Pequenas - menos que 50 m ³ por dia Médias - 50 á 100 m ³ por dia Grandes – mais de 100 m ³ por dia
3. Carácter da sua instalação	Móveis Semipermanentes Estacionárias

Fonte: Egas (2000)

2.2. Manutenção das serras

A manutenção preventiva da serra é feita para minimizar e evitar defeitos nos equipamentos, seguindo planos elaborados, como o nome já diz, é feita para prevenir e evitar defeitos inesperados. De acordo com Chitará (2003), a manutenção das serras visa aumentar o período de duração da lâmina no processo de corte, diminuindo dessa forma a frequência de interrupções devido o aparecimento de problemas nas lâminas e discos.

A manutenção de serras (dentes e lâminas) também visa proporcionar o aumento do rendimento da maquinaria, através da obtenção de superfícies de boa qualidade, mantendo a forma apropriada dos dentes, os ângulos adequados para o corte e o borde afiado do dente, bem como eliminar as rachas de fadiga que surgem com frequência no fundo dos dentes, antes que se desenvolvam demasiado e produzam graves danos a serra. A manutenção das serras visa aumentar o período de duração da lâmina no processo de corte, diminuindo dessa forma a frequência de interrupções devido o aparecimento de problemas nas lâminas e discos (Chitará, 2003).

2.2.1. Processamentos dos toros

De acordo com Gatto (2002), durante a operação de serragem da Madeira, os toros (corpos cilíndricos) são convertidos em produtos úteis de madeira, mediante a aplicação de um ou mais processos mecânicos que os transformam em peças de menores dimensões (corpos prismáticos), dando-lhes forma, tamanho e superfície regular.

2.2.2. Processamento primário

As operações de serragem primária são aquelas realizadas com serras principais, equipamentos de grandes dimensões, que necessitam de um maior consumo de energia para seu funcionamento. A redução das dimensões de toros, diminuição da altura de corte e a facilitação do trabalho de equipamentos menores em operações secundárias são funções de serras principais. Nestas serras os toros são serrados longitudinalmente e transversalmente (Rocha, 2007).

A serra de fita, actualmente, é a máquina mais versátil e mais empregada para a serragem de toros (Vital, 2008), pois é a mais adequada para a serragem de toros de diâmetros e densidades diferentes, com espessura de corte reduzida.

2.3. Diagrama de corte

Para Rocha (2002), esquema de corte é o processo que envolve a transformação de peças de secção circular ou oval em peças de secção rectangular ou então quadrangular, o esquema de corte utilizado para a serragem da madeira interfere directamente no aproveitamento da madeira. Assim a selecção de um tipo de esquema de corte deve garantir um maior aproveitamento, produzir peças com qualidade e optimizar os parâmetros ligados ao rendimento.

2.3.1. Esquema de corte Tangencial

Segundo Remade (2005), o corte tangencial consiste na obtenção de peças tangenciais aos anéis de crescimento, entretanto as indústrias madeireiras tem preferência por este tipo de corte por apresentar maior rendimento em madeira serrada, menor largura das tábuas, tam-

bém os estudos mostram que este tipo de corte apresenta maior rapidez e permite que os empenamentos apresentados pelas tábuas sejam corrigidos facilmente.

2.3.2. Tangencial

De acordo com Remade (2005), o corte tangencial consiste na obtenção de peças tangenciais aos anéis de crescimento, entre tanto as indústrias madeireiras tem preferência por este tipo de corte por apresentar maior rendimento em madeira serrada, menor largura das tábuas, também os estudos mostram que este tipo de corte apresenta maior rapidez e permite que os empenamentos apresentados pelas tábuas sejam corrigidos facilmente.

2.3.3. Esquema de corte Radial

De acordo com Rocha (2002), esquema de corte é o processo que envolve a transformação de peças de secção circular ou oval em peças de secção rectangular ou então quadrangular, o esquema de corte utilizado para a serragem da madeira interfere directamente no aproveitamento da madeira. Assim a selecção de um tipo de esquema de corte deve garantir um maior aproveitamento, produzir peças com qualidade e otimizar os parâmetros ligados ao rendimento.

2.3. Processamento secundário

O processamento secundário corresponde às actividades realizadas posteriormente ao processamento principal, com a finalidade de reduzir o tamanho ou definir o dimensionamento final das peças. É feito a partir de peças com pelo menos uma fase plana. As máquinas utilizadas nesse tipo de serragem, denominadas máquinas secundárias, são geralmente serras circulares, serras alternativas e serras de fita de pequeno porte (Rocha, 2002).

A serragem é uma operação secundária, que consiste na redução da espessura das peças obtidas na serragem principal. Geralmente é feita em apenas uma passagem das peças na máquina serradeira, que faz o corte de blocos, semi blocos, pranchões, pranchas e costaneiras. As serras utilizadas neste processamento são: serras circulares simples ou múltiplas (de um ou dois eixos); serras de fita; e serras alternativas verticais (Rocha, 2002).

2.2.3.1. Desperdício da madeira serrada

Os níveis de desperdício de serradura no processo de serragem avaliam se normalmente através da percentagem de volume do toro transformada em serraduras. O volume de serradura produzida no processo de serragem é influenciado pelo esquema de corte previamente escolhido, o mesmo autor ainda constata que existem um aumento de volume de serradura produzida em diâmetro do rendimento do volume (Bunster, 2011).

Segundo o Casado (1997), a ocorrência de alto valores de desperdício numa serração pode servir de alerta para que os técnicos façam uma reavaliação dos esquema de corte empregue ou as dimensões das peça produzidas, mas tendo em conta sempre as especificações do mercado, também pode ser para analisar a viabilidade de substituir a lâmina de serra actual por outra com espessura de linha de outar mais estreita.

2.2.4. Eficiência operacional

Segundo Abreu (2005), essa máquina exerce um papel muito importante nas serrações, pois é a primeira máquina do fluxo produtivo. Onde, atualmente, é a máquina mais versátil e mais empregada para a serragem de toros, pois a serragem de toros de diâmetros e densidades diferentes, com espessura de corte reduzida.

Segundo Latorraca (2004) a avaliação da eficiência está em desuso actualmente, devido à automação, onde o processo é controlado por poucos ou apenas um operador, através de comandos electrónicos. Porém, o autor afirma que, em serrações de pequeno e médio porte, onde o grau de automatização é baixo, tal informação é importante para as tomadas de decisões do realojamento do número de operários utilizados em cada actividade, além de se saber a produtividade de cada operário por ciclo de trabalho, o que possibilita uma avaliação custo/benefício de cada operário.

2.2.4.1. Factores que influencia a serragem da madeira

Segundo Murara Júnior (2006), a madeira serrada é influenciado por diversos factores, tais como características das espécies, maquinaria, mão-de-obra e, principalmente, pelo diâmetro dos toros. Além desses factores, o tratamento que é dado os toros ainda no pátio da serração e outras decisões de como desdobrá-las são factores fundamentais para que se atinjam bons níveis de rendimento.

2.2.4.2. Diâmetro dos toros

O diâmetro dos toros é um dos factores que mais afecta a eficiência de serragem tanto que chegou se a concluir que o processamento de toros de pequenos diâmetros resulta uma maior perda de madeira o que vai afectar negativamente o rendimento, no entanto quando os toros apresentam um maior diâmetro a perda é minimizada e se observa um maior incremento no rendimento (Rocha, 2002).

Segundo Ponce (1984), as serrações que processam toros de coníferas de pequenos diâmetros, o rendimento cresce rapidamente quando se considera toros a partir de 15 cm até 30 cm de diâmetro. Entretanto, a partir de 30 cm regista-se um crescimento menos acentuado.

2.2.4.3. Comprimento do toro

Ao serrar toros longos geralmente perde se grandes quantidades de madeira em forma de costaneiras na serra principal e em forma de outros subprodutos no corte longitudinal na canteadora, isto porque a medida que o comprimento do toro aumenta, incrementa se a diferença entre os dois diâmetros nas extremidades do toro, no entanto uma das formas de aumentar o rendimento é o processamento de toros curtos, mas obedecendo os parâmetros exigidos no mercado (Egas, 2000).

2.2.4.3. Qualidade dos toros (matéria- prima)

Para Egas (2000), o rendimento diminui com a redução da qualidade dos toros, isto porque se despende muita madeira na tentativa de eliminar uma determinada anomalia nos toros de baixa qualidade e para além da perda da madeira ocorre também uma redução da velocidade de processamento. Porém apesar de existirem vários defeitos que podem influenciar no rendimento há que destacar dois factores que são: conicidade e a tortuosidade.

De acordo com Manfio (2008), a ausência ou a incidência de podridões ou agentes degradadores nos toros tem total interferência no rendimento da madeira serrada ou seja, a qualidade dos toros é preponderante na escolha da mesma a ser beneficiada. Características externas (conicidade, curvatura e achatamento) e internas (tensões de crescimento, excentricidade da medula e largura da rachadura) dos toros são determinantes para se obter qualidade e rendimento satisfatórios no processo de beneficiamento da madeira serrada. (Silva, 2010).

2.2.5. Analise dos factores que influenciam o desempenho operacional

Durante a realização das actividades de serragem dos toros, serão identificados os principais factores que em algum modo poderão influenciar no rendimento e eficiência operacional tais como: tortuosidade e conicidade que estão ligados directamente a qualidade de toro, a fraca qualidade d mão-de-obra e o diâmetro do toro (Rocha, 2002).

2.2.5.1. Conicidade dos toros

A conicidade do fuste pode ser influenciada pelo espaçamento, tanto que nos espaçamentos menores as árvores tendem a ganhar uma forma mais cilíndrica, isto é, menos cónica, isto ocorre devido a competição, o que vai resultar numa diminuição da altura da copa em função do desrame ou morte dos galhos inferiores. No entanto a maior conicidade nos espaçamentos maiores deve se a manutenção de uma maior altura da copa e conseqüentemente um maior crescimento do diâmetro da base (Tsoumis, 2015).

Para Manhiça (2010), a conicidade tem grandes implicações sob o rendimento, pois os toros que apresentam uma maior conicidade ocasionam baixos níveis de rendimento, devido a retirada de um maior volume das costaneiras, porém a conicidade pode em parte ser controlada por medidas silviculturais adequadas, como poda, espaçamento.

2.2.5.2. Tortuosidade

Segundo Manhiça (2010), a tortuosidade é um factor a considerar, pois toros com elevada tortuosidade geram maior desperdício devido à retirada de maiores costaneiras, para além de limitar o comprimento das peças, ou seja, não permite o aproveitamento total do toro o que afecta negativamente o rendimento.

2.2.6. Produtividade da serragem da Madeira

A produtividade indica a capacidade de produção de madeira serrada por unidade de tempo, isto é, mede o grau de desempenho no aproveitamento do tempo disponível para produção, (Anacleto, 2007).

Conforme Remade (2003), a produtividade é expressa em metros cúbicos de madeira serrada, produzidos numa unidade de tempo, também depende do diâmetro dos toros, pois quando se passa de uma classe de diâmetro de 15-20 para outra de 20-25 cm, o aumento de produtividade pode atingir até 106 %. O trabalho produtivo é definido como o complemento operador e máquina para processar madeira, em quanto que o tempo perdido é verificado quando as máquinas estão inactivas ou operando sem que haja o processamento de madeira e por sua vez o tempo perdido se subdivide em: trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras (Latorraca, 2004).

Particularmente, as demoras são constituídas principalmente por atrasos no processo produtivo causados por limpeza e remoção de subprodutos da linha de produção e movimentação da matéria-prima e produtos parados no fluxo produtivo (Batista, Silva & Cortoletti, 2013).

2.2.6.1. Medidas para otimizar o desempenho de uma serração

Segundo Anacleto (2007), existem duas medidas para melhorar o desempenho de uma serração que são:

- Diminuir o tempo improdutivo: Utilizando equipamentos mais resistentes e confiáveis, manutenção preventiva e trocas de ferramentas durante as paragens para o descanso. Com essas medidas pretende-se reduzir o tempo de paragem durante a produção.

- Utilizar melhor o tempo de produtividade: treinamento periódico e conscientização dos operadores de máquinas, mecanização da entrada de madeira e saída de resíduos da linha de produção.

2.3. Importância do estudo do tempo

O estudo de tempo teve início em 1881, na usina da Midvale Company e, Frederick Taylor foi seu introdutor. Com o passar do tempo Gilbreth, desenvolveu um trabalho paralelo ao de Taylor, acrescentando o estudo de movimentos. A fusão destes dois métodos, utilizado na análise do trabalho, proporcionou ganhos incalculáveis para grandes empresas que utilizaram tal método de estudo (Silva, 2011).

O estudo de tempo é uma das técnicas mais utilizadas para planejar e otimizar as actividades de exploração reduzindo os tempos gastos desnecessariamente (Andrade, 2008). Permite que equações sejam ajustadas para estimar o rendimento das máquinas nas condições de trabalho.

Estudos de tempos e movimentos são necessários por vários motivos, principalmente quando se relaciona às suas inúmeras formas de aplicações, bem como para treinamentos de funcionários e para detecção de tempos improdutivo nas operações florestais (Oliveira *et al*, 2009).

De acordo com Barnes (2007), os estudos de tempos e movimentos receberam diversas interpretações no decorrer dos anos, dependendo de como eram utilizados. Define-se o estudo de tempos e movimentos como sendo o estudo sistemático dos sistemas de trabalho procurando os seguintes objectivos: i) Desenvolver sistemas e métodos preferidos, mormente os de menor custo; ii) padronizar estes sistemas e métodos; iii) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; iv) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Segundo Silva *et al*. (2004), o maior uso do estudo de tempos tem a sua aplicação na determinação do tempo padrão a ser usado para o controle da eficiência da mão-de-obra e implementação de planos de incentivos salariais. Além disso, os estudos dos tempos e movimentos podem ser usados para, determinar as programações e planejar o trabalho, determinar os custos padrões e como auxílio no preparo de orçamentos, estimar o custo de um produto antes do início da fabricação, determinar a eficiência de máquinas, número necessário, número de trabalhadores para funcionamento do sistema, determinar tempos padrões para serem usados como uma base para pagamento de mão-de-obra, determinar tempos padrões para serem usados como uma base de controlo de custos de mão-de-obra.

2.4. Importância da optimização da madeira

Segundo John (2007), a optimização da serragem da madeira que possibilita no processo de serragem da madeira, é importante no processo produtivo de transformação da madeira, bem como o estabelecimento das suas relações com os demais recursos envolvidos na produção que permite dimensionar o processo no sentido de maximizar a produtividade reduzindo assim os desperdícios. Por outro lado o sistema de optimização da serragem procura maximizar o aproveitamento dos toros.

Para a optimização da serragem da madeira é importante:

- No posicionamento perante a concorrência e para o desenvolvimento de um processo da produtividade;
- Minimizar a perda de volume de madeira utilizado para a produção de produtos a partir de matérias-primas, considerando o estoque disponível e a sua demanda;
- O processo de Serragem também busca maximizar o aproveitamento de volume serrado a partir dos toros;
- Melhora os padrões de qualidade dos produtos.
- Possibilita a maximização da produção e dos lucros, além da diminuição do volume de resíduos;
- Optimização da serragem da madeira contribuem para a maximização do rendimento.

2.4.1. Etapas de produção da serragem da madeira

Segundo Lyptus (2002), o processo de produção de madeira serrada envolve algumas etapas minimizados através de técnicas adequadas na serragem da madeira (desdobro e secagem). O controlo dos processos preliminares tais como o desdobro e a secagem da madeira reduzem a ocorrência de defeitos de precisão dimensional das peças maquinadas.

2.4.1.1. Desdobro

Esta etapa de desdobro refere se ao processo de redução dos toros inteiros, através do corte longitudinal, em partes menores que podem ser denominadas, pranchas, tábuas ou peças de secção rectangular, (vigas, caibros, sarrafos ou ripas).este processo de redução é feito através de equipamentos da serra fita ou circular, essas ainda podendo ser classificadas como: serras circulares simples, duplas ou múltiplas (Rocha,2000).

A etapa do desdobro compreende ainda o processo de corte laterais de matéria bruta definindo as secções transversal, para o destopo consiste na regulação dos comprimentos das peças serradas (Yuba, 2001).

De acordo com Murara (2005), Os toros são desdobrados de acordo com critérios escolhidos pelo operador da máquina principal, é este quem define a melhor maneira de se desdobrar um toro. Dessa forma, podem ocorrer elevadas perdas de matéria-prima, elevando o valor do processo, em função de que há a necessidade de se consumir maior volume de matéria-prima para produzir a mesma quantidade de produto serrado.

Segundo Rocha (2002), para se ter um bom desempenho das operações dentro de uma serração, o que garante melhor rendimento, produto de melhor qualidade e redução dos riscos de acidentes, entre outros factores, é necessário que os responsáveis pelo gerenciamento da mesma conheçam e definem todas as operações executadas, desde a entrada dos toros até a madeira serrada em suas dimensões finais.

Conforme Manhiça (2010) menciona alguns requisitos que devem ser associados às técnicas de desdobro, entre os quais, a velocidade de processamento, cortes múltiplos, flexibilidade e rapidez na variação dos modelos de corte, mecanização e automatização do fluxo de produção e separação e reaproveitamento dos resíduos.

2.4.1.2. Secagem

O processo da secagem da madeira, proporciona melhorias nas características do trabalho e redução dos movimentos dimensional e da possibilidade de ataque pelos fungos e insectos. Existem dois tipos de secagem, secagem natural ou ao ar livre e secagem artificial ou foçada (Brown *et. al.*, 2002).

Na secagem natural deixam se as peças ao ar livre depois de desdobrados em pilhas com espaço para permitir a entrada do ar nas peças. Estes processos dependem dos factores ambientais que não são totalmente controláveis com a temperatura (Oliveira, 2003).

O processo de secagem natural pode levar muito tempo conforme a madeira e o teor de humidade da madeira que pretende atingir durante a secagem que torna esse processo economicamente menos atractivos. Deste modo o processo de secagem artificial pode reduzir o tempo necessário para a obtenção da madeira. O processo de secagem forçada diferente da secagem natural são mais rápidos, resulta maiores reduções do teor de humidade (Ferrolo, 2003).

2.5. Descrição e principais usos da espécie em estudo

Colophospermum mopane (Chanato) é uma espécie florestal da família Fabaceae, sub-família Caesalpinoideae, conhecida vulgarmente como mopane. A sua madeira é muito dura, de cor vermelha, resistente ao tempo, é utilizada para fins decorativos para pisos ou como isolante térmico, mas também é usada para a fabricação de instrumentos musicais e como combustível

lenhoso (lenha e carvão vegetal). O tronco das árvores maiores é usado como postes, pilares na construção de moradia rural típica Moçambicana e cercas (Bila e Mabjaia, 2012). Em Moçambique, em particular na provincia de Gaza, distrito de Mabalane a espécie de *Colospherum mopane* é utilizada como matéria-prima para a produção de carvão vegetal devido ao seu poder calórico e não poucas vezes como estacas (Maússe 2012).

Devido ao seu elevado valor e procura no mercado internacional, esta espécie foi reclassificada para a espécie madeireira da primeira classe, segundo a classificação da Direcção Nacional de Terras e Florestas do Ministério de Agricultura em Moçambique (Diploma ministerial no 6/2007) (Makhado *et al.*, 2009).

3. METODOLOGIA

3.1. Localização da área de estudo

O estudo foi realizado na serração Tembwe Madeira Lda. localizado no bairro Nhamadjessa, ao longo da Estrada Nacional nº 6, na zona industrial do município de Chimoio, capital da província de Manica, na região central de Moçambique. A Cidade de Chimoio está situada no Centro do Distrito de Gondola. O Distrito de Gondola tem limite a norte com os Distritos de Macossa e Barue, a Oeste com o Distrito de Manica, a Sul com os Distritos de Sussendenga e a nordeste com o Distrito de Gorongosa também em Sofala (MAE, 2014).

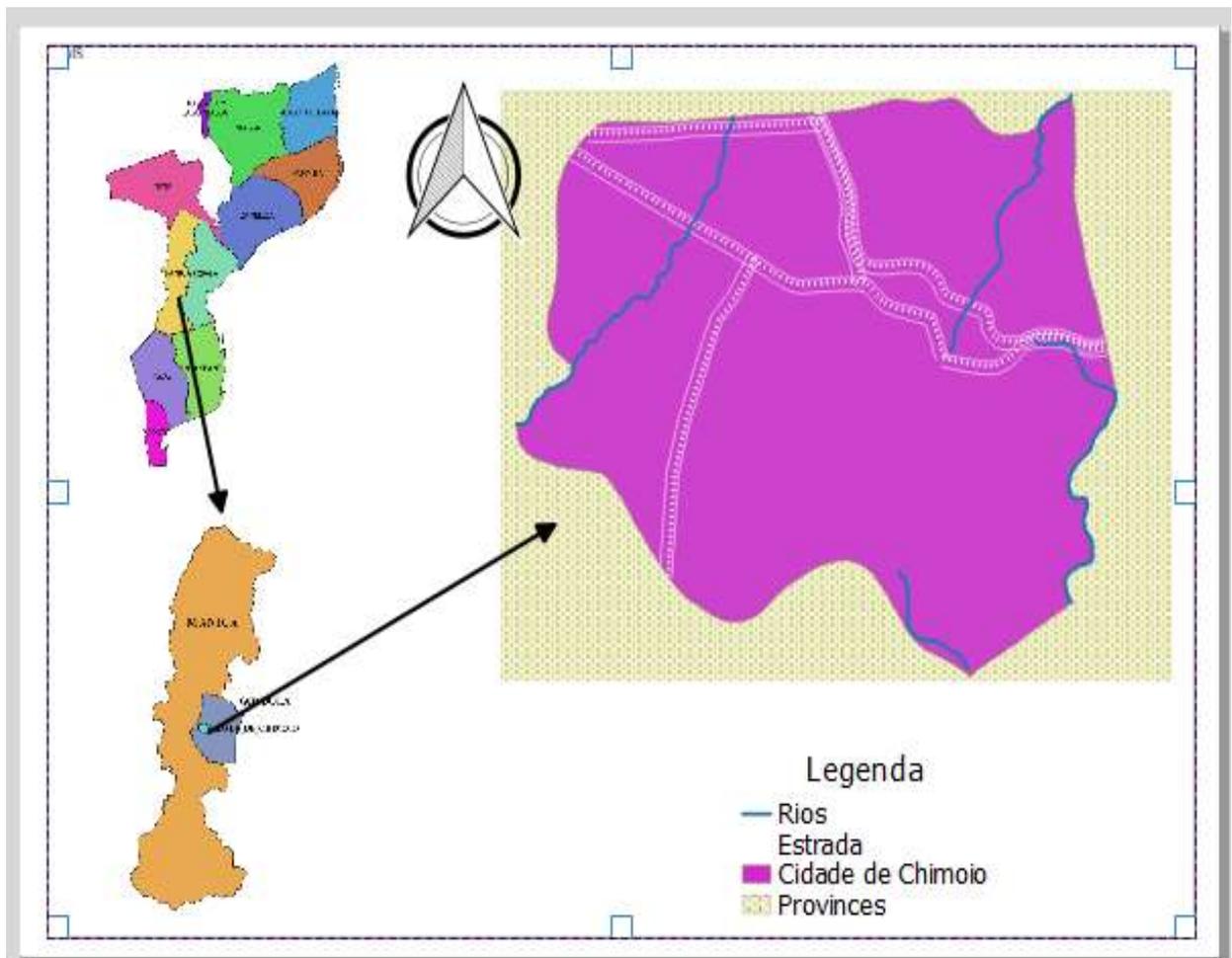


Figura 1. Localização Geográfica da Cidade de Chimoio.

Fonte: Guambe.

3.1.2. Clima

O clima de Chimoio, segundo a classificação climática de Köppen (Ferro e Bouman, 1987) é do tipo tropical húmido modificado pela altitude, que é um tipo de clima que partilha, ao nível do País, apenas com algumas outras partes do interior das províncias de Tete, Zambézia e Niassa. A temperatura média anual é cerca de 21 °C, com mínima de 14°C máxima de 28 a 40°C. A evapotranspiração média anual é cerca de 1220 – 1290 sendo este superior ao valor

da precipitação média anual. A região de Manica é drenada pelo rio Revue e seu afluente (MAE, 2005).

3.1.3. Hidrografia

A precipitação média anual é de 1.044 mm, na sua maioria concentrada na época chuvosa compreendida entre o mês de Outubro e o mês de Março. O mês mais chuvoso é Janeiro, mas tem-se registado grandes quedas pluviométricas em todos os meses no período chuvoso, com precipitações máximas de entre 118 a 381 mm/mês, (MAE, 2014).

3.1.4. Flora

A Província de Manica possui vastas áreas florestais com diversas espécies nativas e exóticas. Dentre as espécies nativas destacam-se as seguintes: chanfuta, pau-ferro, panga-panga, umbi-la, e pau-preto. As espécies plantadas de destaque são o pinheiro e o eucalipto, que se podem encontrar principalmente nas zonas montanhosas, (MAE, 2014).

3.2.5. Fauna

A vegetação é essencialmente de floresta-aberta de miombo com estratos diferenciados (altos, médios e baixos), favorecendo o crescimento de certas espécies animais que se adaptam a cada estrato, (Mãe, 2014).

3.1.4. Relevo e solos

O distrito de Manica é constituído por cadeias montanhosas ocorrendo de Sul a Norte da província ao longo da faixa fronteira com Zimbabwe. Esta formação compreende basaltos, riolitos e lavas alcalinas. A maior parte dos afloramentos formam cristas e cadeias montanhosas que chegam a atingir 1500-2000 metros de altitude. Os solos desta região são argilosos vermelhos óxicos ou castanhos avermelhados, profundos, bem drenados e a topografia é suavemente ondulada. Nos declives superiores e nos afloramentos rochosos os solos são litólicos com textura franco-arenosos, pouco profundos e com drenagem excessiva (MAE, 2014).

3.1.6. Actividade económica

A actividade económica principal do distrito é a agricultura de subsistência, principalmente produtora de milho, mapira, feijão, tabaco, algodão e girassol. Produção de hortícolas e frutas tem dado rendimento significativo, destacando a cultura de banana e manga. A pesca de subsistência tem igualmente forte expressão económica em lagos, rios, tanques de piscicultura e na albufeira (MAE, 2014).

3.1.7. Descrição da empresa

A serração Tembwe Madeira Lda. é uma companhia privada do grupo chinesa, fundado em 2006 com serviço da serração e exportação da madeira serrada. A serração usa serra fita como máquina principal de corte e encontra-se instalada num local onde a matéria-prima provem da província de Manica e Tete, A empresa trabalha com várias espécies, sendo as principais espécies, *Colosphospermun mopane* (Mopane), *Guibourtia conjugara* (Chacate preto), *Afzelia quanzensis* (Chanfuta), e *Combretum imberbe* (Mondzo), sendo as três primeiras são utilizadas maioritariamente, após o processamento da madeira é exportado para o mercado China e a outra madeira é vendida no mercado nacional, na região Centro e Norte do país e algumas carpintarias da Cidade de Chimoio.

3.2. Material

A tabela 1 abaixo ilustra os materiais utilizados durante a realização do experimento.

Tabela 2. Matérias utilizadas para a realização do trabalho.

Materiais	Utilidade
Suta	Para medir o diâmetro dos toros
Fita métrica	Para medir o comprimento dos toros
Serra fita	Para a serragem dos toros
Cronómetro	Para estimar o tempo
Paquímetro	Para medir a espessura e largura das peças
Ficha do campo	Registo das informações

Fonte: Guambe

3.3. Métodos

Para a colecta de dado foram seleccionados aleatoriamente 60 toros de *Colophospermum mopane* (Chanato), no pátio, agrupados em três classes diamétricas, sendo 20 toros para cada classe, com os intervalos de 25-30, 30-35 e 35-40cm de diâmetro. Onde foram tomada as medidas dos diâmetros da base (db) e do topo (dt) de cada secção transversal do toro com auxílio de uma fita métrica.

Tabela 3. Indica o número de toros por classe diamétricas, comprimento e diâmetro médio de *Colophospermum mopane* (Chanato), por classes diamétricas.

Classes diamétricas	Número de toros por classe	Comprimento médio dos toros (m)	DM
1ª Classe (25-30 cm)	20	5,02	27,95
2ª Classe (30.1-35 cm)	20	8,46	34
3ª Classe (35.1- 40 cm)	20	9,82	38,45
Total	60		

Fonte: Guambe

3.3.1. Análise dos dados

Os dados de toros assim como da madeira serrada obtidos na serragem de toros de *Colophospermum mopane* (Chanato), foram introduzidos, organizados e processados na planilha do programa informático "Microsoft Office Excel versão 2010", e posteriormente foram determinados os rendimentos, a eficiência operacional da serração e fez-se análise da qualidade dos toros como: o diâmetro de toro e a posteriormente foram determinados o rendimento, a produtividade assim como a eficiência operacional da serração.

Os dados referentes a eficiência operacional da serração, com maior enfoque a experiência dos operários, recorreu-se determinar o tempo gasto durante o processamento de toro a, para poder apurar-se o quanto a serração tem como mão-de-obra experiente e inexperiente dos operadores da empresa.

3.3.2. Determinação do volume dos toros

Para a obtenção do volume do toro, foram tomadas as medidas dos diâmetros da base (db) e do topo (dt) de cada secção transversal do toro com o auxílio de uma suta e em seguida fez se medição do comprimento com uma fita métrica. E em seguida os toros foram submetidos ao processo de serragem onde usou-se a equação de *Smalian* como ilustra a equação (1) a seguir:

$$V = \frac{(Db^2 + Dt^2) * \frac{\pi}{4}}{2} \times L \quad \text{Equação [1]}$$

Onde:

V: Volume sem casca do toro (m³/toro); D_b e D_t: Diâmetro da base e do topo (m²); e

L: comprimento do toro (m).

3.3.2. Processo de serragem

Durante a realização do estudo na serração Tembwe Madeira Lda., os toros foram submetidos ao sistema de serragem convencional, para a obtenção do volume dos toros de cada classe diamétricas foram submetidos a serragem, usando o sistema de convencional, de acordo com os modelos adoptados pela empresa, em que o mesmo consistia em realizar cortes tangenciais.

Os toros foram processados na serra-fita vertical, onde primeiramente foram realizados os cortes, retirando-se as costaneiras e a primeira tábua, formando-se um semi bloco. Posteriormente os toros foram virados manualmente para retirar a outra costaneira e da primeira tábua, formando um semi bloco. O semi bloco foi, então, processado por meio de cortes sucessivos, em que os toros sofreram os cortes paralelos uns aos outros, resultando em várias peças com faces planas, originando assim das espessuras, que variavam de (1,8 mm, 2,8 mm, 3,3 mm, 3,8 mm, 4,3 mm e 5 mm), larguras (18 a 4cm) na qual, o produto foi classificado como tábuas como mostra s figura 2 abaixo indicado.

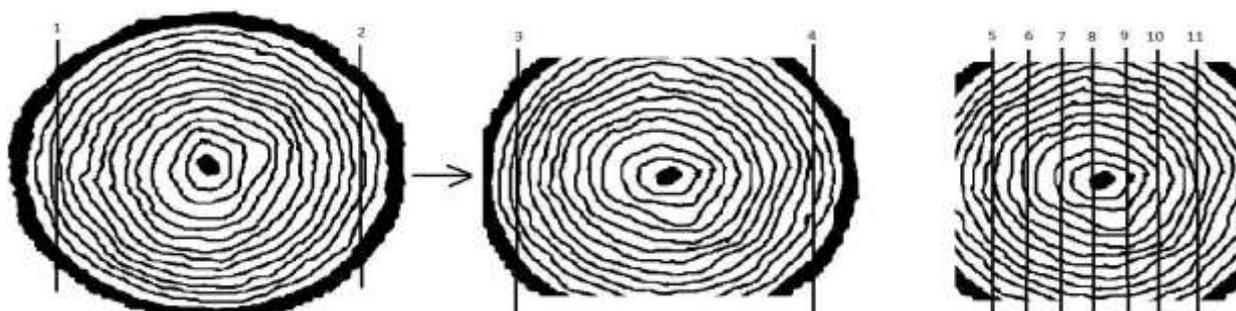


Figura 2. Diagrama de corte usado para a obtenção das peças.

A classificação da qualidade da madeira serrada, fez-se durante o processo de serragem de toros, segundo o procedimento da empresa, que classificavam a qualidade da madeira pela aparência dos defeitos das peças (nós, rachaduras, podridões, furos e outros ataques de insetos) através das dimensões da espessura, como madeira da primeira, segunda e terceira qualidade, como mostra a tabela 4.

Tabela 4. Classificação da madeira serrada quanto a sua qualidade.

Qualidade do Produto em classe	Espessura (cm)	Defeitos
1ª Qualidade	1.8; 2.8; e 4.3	Sem presença de defeitos (85%)
2ª Qualidade	3.3 e 5.1	Presença de defeitos que não afetam significativamente a qualidade do cerne (85%)
3ª Qualidade	3.8	Presença de defeitos que não afectam significativamente a qualidade da peça no caso de (nós e rachaduras) 15%

Fonte: Murara Júnior (2005).

3.3.3. Determinação do volume de madeira serrada

Após o processamento dos toros, foram feitas as medições do comprimento, largura e espessura com auxílio da fita métrica (m). A largura e espessura (cm) mediu-se em três pontos, nas duas extremidades e no centro da peça, de modo a obter a média dessas duas dimensões. E para obter o volume da peça multiplicou-se as três dimensões (espessura, largura e comprimento) a partir da equação 2 a seguir.

$$V_p = E \times L \times C \quad \text{Equação [2]}$$

Onde:

V_p : volume da peça (m^3); E : espessura da peça (m); L : largura da peça (m); C : comprimento da peça (m).

Para a determinação do volume de madeira serrada (VMS) foi calculado pela equação 3:

$$VMS = \sum V_p \quad \text{Equação [3]}$$

Onde:

VMS: Volume da madeira serrada de toro; $\sum V_p$: Somatório do volume das peças em m^3 .

3.3.4. Obtenção do rendimento volumétrico da madeira serrada

Após a obtenção do volume em madeira serrada, determinou-se a percentagem de aproveitamento correspondente a cada toro processado, dado pela razão entre o somatório do volume das peças em m^3 e do volume do toro em m^3 antes da sua serragem, como ilustra a equação 4:

$$R(\%) = \frac{\sum v_p}{v_t} \times 100\% \quad \text{Equação [4]}$$

Onde:

$R(\%)$: Percentagem de aproveitamento do toro; $\sum v_p$: somatório do volume das peças; v_t : volume do toro.

Após determinar a percentagem de aproveitamento de cada toro, fez-se a determinação do rendimento por cada classe diamétrica, onde somou-se os valores de cada toro dentro de classe diamétrica e achou-se a média para se obter o rendimento médio expresso em percentagem, obtido através da equação 5.

$$R\% = \frac{\sum v_s}{\sum v_t} \times 100 \quad \text{Equação [5]}$$

Onde:

R%: Rendimento da madeira serrada em percentagem; Σv_s : Somatório do volume de madeira serrada em m³; Σv_t : Somatório do volume de toros em m³.

3.3.5. Determinação da eficiência operacional na serra principal

Para a efeitos de cálculos da eficiência operacional, foi obtido em relação o volume do toro e o tempo de serragem dos toros, desde a sua fixação na serra fita, até ao momento que se obteve a última peça do toro correspondente a 480 minutos, o tempo médio da serragem e o número de operários envolvidos no trabalho com base na equação 6.

$$E = \frac{(480 \times V)}{(T \times O)} \quad \text{Equação [6]}$$

Onde:

E: Eficiência operacional em m³/operário/turno; 480: Turno de 8h em minutos; V: Volume médio dos toros em m³; t: tempo médio de serragem (em horas) e O: Número de operários envolvidos na operação de serragem dos toros.

3.4.4 Determinação dos desperdícios

Para os níveis de desperdício de produtos serrados no processo da serragem determinou-se a percentagem de volume de toros transformados em serradura. De seguida, calculou-se a percentagem de desperdício para a obtenção do volume com base na equação (7) a seguir.

$$\%Des = \frac{V_d}{V_{mt}} \times 100 \quad \text{Equação [7]}$$

Onde:

%Des: Percentagem de desperdício, V_s : Volume da serradura, V_{mt} : Volume da madeira em toros; V_d : Volume de desperdício; V_{ms} : Volume da madeira serrada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Rendimento da madeira serrada no processamento de toro de *Colophospermum mopane* (Chanato)

Os parâmetros que caracterizam o rendimento da madeira serrada de *Colophospermum mopane* (Chanato) das três classes diamétricas estão copilados na tabela 5.

Tabela 5. Rendimento de madeira serrada de *Colophospermum mopane* (Chanato) para as três classes diamétricas.

Classe	Mínimo (%)	Máximo (%)	Rendimento Médio (%)	Desvio padrão	Coefficiente de Variação (%)
1ª Classe (25-30 cm)	22,67	78,14	55,34	16,60	33,98
2ª Classe (30.1-35 cm)	29,87	89,12	60,05	12,67	29,25
3ª Classe (35.1-40 cm)	24,41	97,5	62,40	17,08	25,42
Média			60,05		29,25

Analisando o coeficiente de variação na tabela 5, para cada classe diamétrica, nota-se que o mesmo apresentou menor variabilidade dos rendimento no momento em que o rendimento aumentava de acordo com o aumento da classe diamétrica dos toros, isto é na 1ª classe apresentou maior variabilidade de 33,98% onde situou-se o menor rendimento volumétrico, na 3ª classe verificou se uma variabilidade média de 25.42% e na 2ª classe foi de 29,25%.

Pode-se observar na tabela 5, que os rendimentos médios para cada classes diamétrica aumentaram de acordo com o aumento da classe diamétrica, tendo sido o menor rendimento observado na 1ª classe (55.34%) e o maior na 3ª classe (62.40%), com uma diferença de aproximadamente (7%) entre a 1ª e 3ª classe, é muito importante dentro de uma escala de produção, não só na redução dos custos de produção, mas também na redução dos resíduos gerados pela serração.

Na tabela 5 encontram-se os rendimentos máximos, mínimos e médios por classe obtidos no estudo, na 1ª classe o rendimento máximo foi de 78,14%, mínimo o de 22,67%, e médio de 55,34%, na 2ª classe o rendimento máximo foi de 89,12%, mínimo de 29,87% e médio de 60,05%, na 3ª classe tendo apresentado melhores resultados devido a qualidade dos toros por apresentar diâmetros maiores, obteve-se o rendimento máximo de 97,5%, mínimo 24,41% e uma média 62,40%.

Com forme os resultados deste estudo, o rendimento médio da empresa encontrado nesse estudo é consideravelmente superior ao encontrado normalmente para espécies nativas. Conforme sugerido por Rocha (2007) e Vital (2008), que apontam para estes casos, percentuais variando entre 45% e 55%. Referir que isso deveu-se ao facto da serração apresentar máquinas em óptimas condições, com boa manutenção e acima de tudo adequado ao tipo de espécie que processa.

O alto rendimento da espécie em estudo na serração pode ser explicado devido os toros terem boa qualidade, o que permitiu a produção de peças sem muita variação dimensional, o que concorreu para um bom aproveitamento de maior parte da madeira.

Porém, o rendimento médio encontrado nesse estudo é considerado superior e o mesmo esta acima daquilo que é sugerido pela literatura. Referir que isso deveu-se ao facto da serração apresentar as máquinas em óptimas condições, com boa manutenção e acima de tudo adequa-se ao tipo de espécie que processa.

Segundo a DNFFB (1999) e Chitara (2003), consideram que o rendimento da madeira de espécies nativas está acima da realidade das serrações nacionais, pois, em seus estudos estes concluíram que em Moçambique o rendimento em madeira serrada rondava em torno dos 30%, sendo este influenciado pelo baixo nível tecnológico.

De acordo com a tabela 5, verifica-se ainda que os resultados de rendimento obtidos neste trabalho foram satisfatórios e superior aos rendimentos médio de 49.73% a 57.20% encontrado por Biasi (2005), em seu estudo feito sobre rendimento em madeira serrada de *Mezilaurus itauba* (itaúba) da Amazônia e *Couratari guianensis* (tauari), por Biasi & Rocha (2007), ao processar madeira de *M. Itauba* (itaúba) foi de 53.90% e por Ângelo *et al.* (2004) ao processar madeira de *Dinizia excelsa Ducke* (angelim vermelho) foi de 55.90%. Todavia, resultados similares foram observados por Botin (2011), ao processar madeira de duas espécies nativas de *Erismia uncinatum* (cedrinho), *Qualea albiflora* (cambará), e obteve um rendimento médio de 59.83% e 60.49%.

No que concerne a tabela 5, o rendimento médio foi superior ao obtido por Juizo *et al.*, (2015), onde estes desenvolveram um trabalho com o objectivo de avaliar o rendimento em madeira serrada de *Combretum imberbe* (Mondzo) e *Pterocarpus angolensis* (Umbila), com a serragem feita na serra fita, em que obtiveram o rendimento em madeira serrada de 48.69% e 54.48% em uma serração da empresa Inchope Madeiras localizada na Província de Manica, cidade de Chimoio.

Segundos Murara Júnior *et al.*, (2013), a qualidade do toro influencia no rendimento, ao se dar preferência para toros de melhor qualidade, irá se diminuir a quantidade de resíduos gerados durante o processo de serragem, conseqüentemente haverá o aumento no rendimento da madeira serrada.

4.1. Eficiência Operacional na serragem de *Colophospermum mopane* (Chanato)

Foi determinada a eficiência correspondente a cada dia de trabalho onde obteve-se um volume médio de 0.26 m³. A tabela 6, mostra os resultados da eficiência operacional correspondente a cada dia de trabalho.

Tabela 6. Eficiência operacional (m³/operário/diária) de toros de *Colophospermum mopane* (Chanato).

Dias	Vt/dia (m ³)	Nt	Vm (m ³)	Ef (m ³ /operário/hora)	Ef (m ³ /operário/ turno)
1	3.48	27	0.21	0.09	1.42
2	6,34	33	0.31	0.12	2.23
Média	4.91	20	0.26		2.03

Legenda: Vt= Volume de toro; Nt= Número de toros; Vm= Volume médio; Ef= Eficiência

Com base no estudo pode se observar na tabela 6, que a eficiência operacional encontrada durante o estudo foi de 2.03 m³/operário/turno, este valor pode ser considerado inferior para serração, pois encontra-se abaixo das médias dos parâmetros compreendido entre (5 a 10 m³/operário/dia) para uma serração comum, de acordo com Rocha (2007). Foi determinada a eficiência correspondente a cada classe diamétrica durante o estudo, a tabela 7 mostra nas três classes diamétricas a eficiência operacional na serragem de *Colophospermum mopane* em metros cúbicos operário dia.

Tabela 7. Eficiência operacional na serragem de *Colophospermum mopane* (Chanato) as três classes diamétricas (m³/operário/turno).

Tratamento	Vt (m ³)	Vm (m ³)	Ef. (m ³ /oper/hora)	Ef. (m ³ /oper/turno)
1ª Classe (25-30 cm)	2.40	0.16	0.11	1.74
2ª Classe (30.1-35 cm)	4.12	0.27	0.12	2.90
3ª Classe (35.1-40 cm)	5.45	0.36	0.13	3.35
Média	5.99	0.26	0.12	2.66

Legenda: Vt= Volume de toro; Vm= Volume médio; Ef= Eficiência

Durante o estudo, a serração processou em média cerca de 2.66 m³ operário/turno de madeira em toros por dia, e de acordo com os critérios estabelecidos por Egas (2000), a serração classificou-se como sendo de pequeno porte, pois processa menos de 50 m³ de madeira em toros por dia.

O gráfico a seguir relaciona a eficiência operacional encontrada para cada classe diamétrica durante o estudo.

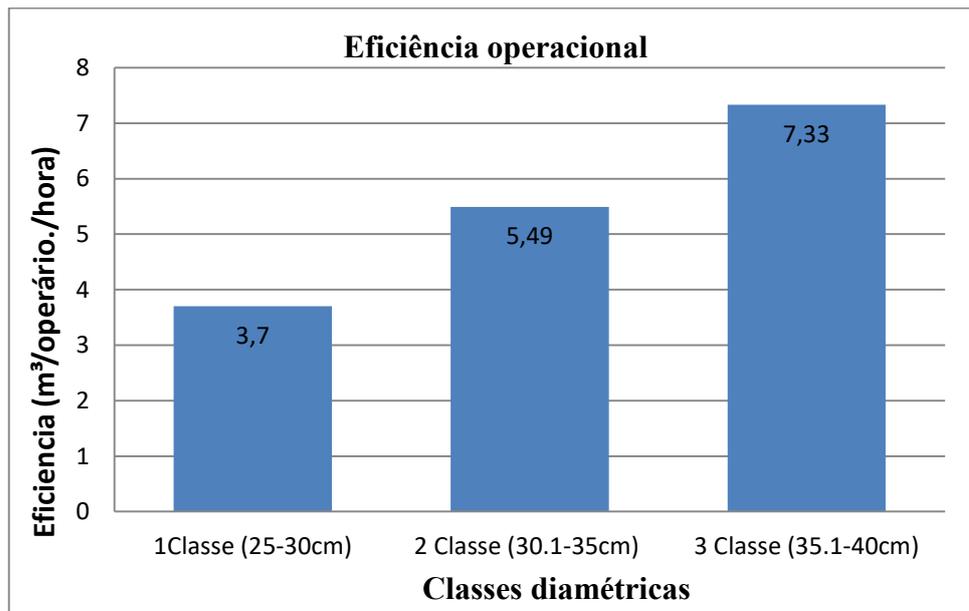


Gráfico 1. Eficiência operacional das três classes diamétricas estudadas.

A baixa eficiência operacional na serração, deveu-se ao facto da matéria-prima apresentar características específicas, por ser uma espécie nativa, muito resistente e que não é fácil a sua trabalhabilidade e consequentemente por levar muito tempo para a sua serragem.

Os valores de eficiência operacional encontrados neste estudo foram inferior aos encontrados por Baptista e Carvalho (2007), que foi de 4.96 e 5.0 m³/operario/turno, para a espécie de *C. guianensis* (tauari), abaixo da eficiência encontrada por Batista, Silva e Corteletti (2013), que foi de 5.06 m³//operário/turno, para a espécie de *Hymenaea courbaril* (jatobá) e ainda abaixo da eficiência encontrada por Magnango (2015), que foi de 6.42 m³//operário/turno, quando avaliaram o desempenho operacional de uma serração de pequeno porte e para espécie de *Qualea albiflora* (cambará) para madeira nativa.

Nos resultados encontrados, verifica-se que os valores da eficiência operacional encontrados foram similares aos outros autores Batista e Euflozino (2013), 2.14 m³/ operário/ dia; Silva (2010), 2.77 m³/operario/turno, para as serrações de pequeno porte e do mesmo nível tecnológico.

Entretanto, aproximou-se o estudo feito por Biasi (2005), encontrou uma média de eficiência iguais a 0,44, 0,48 e 0,55 m³/operário/turno, respectivamente, para as espécies de madeiras nativas, o que pode ser atribuído ao melhor nível tecnológico e treinamento dos funcionários, refletindo em melhor eficiência do processo de serragem.

4.2. Análise dos factores que influenciaram na eficiência da serração no processamento dos toros de *Colophospermum mopane* (Chanato)

Os factores que influenciaram na eficiência operacional são: Disposição da maquinaria, disponibilidade da Lâmina, e a experiência dos operadores da serração. De acordo com os parâmetros estabelecidos no estudo, foi possível apurar de que maneira cada factor influenciou na eficiência operacional da serração.

a) Quanto a disposição da maquinaria

Na disposição da maquinaria foi possível apurar que este factor influenciou numa forma positiva, conforme a tabela 8. Uma vez que o pátio de toros encontra-se a menos de 5 metros de distância da máquina principal (serra fita) onde o abastecimento da matéria-prima fez-se manualmente com auxílio da máquina de Bell. Consequentemente levou-se pouco tempo na movimentação dos toros até a máquina principal de serragem.

Tabela 8. Parâmetros para avaliação da eficiência com base na disposição da maquinaria.

Código	Influência	Descrição
1	Positiva	Quando a disposição da máquina for próxima (menos de 5 metros) do pátio de toros até a máquina principal para o devido processamento.
2	Negativa	Quando a disposição das máquinas for distante (mais de 5 metros) do pátio de toros (maior tempo para o carregamento dos toros até a máquina de serragem).

Fonte: Vital (2008).

b) Quanto a disponibilidade de Lâmina na serração

Durante o estudo foram registados algumas paragens na troca de lâmina, entretanto, estes não foram significativos porque, em menos de 5 minutos a lâmina era substituída para se prosseguir com as actividades, uma vez que a serração predispõe de um sector de afiação das mesmas. Sendo assim, a afiação dos dentes foi feita numa máquina afiadora, utilizando-se quatro passos (uma passagem completa por todos os dentes da lâmina) para completar esse processo: o primeiro passo foi mais brando, seguido de dois passos mais fortes, findando novamente com um passo mais leve.

c) Quanto a experiência dos operadores

Sobre a experiência dos operadores da serração, foi feita um diálogo com relação aos anos de trabalho no ramo da serração. A análise feita foi qualitativa, e com base no pacote estatístico Excel, foram calculadas as frequências absoluta e relativa em relação as respostas dadas pelos operários da serração.

A frequência relativa forneceu melhor visualização, pois os dados percentuais traduzem melhor a situação comparativa de cada caso, assim sendo 68% representaram aos operadores com boa experiência, ao passo que 21 % representaram aos operários com baixa experiência, de acordo com o critério estabelecido no trabalho, em que a percentagem abaixo de 10% pertencem a baixa experiência e acima dos 10% concernem a mão-de-obra experiente.

Tabela 9. A tabela mostra as frequências absolutas e relativa em relação as respostas dadas pelos operadores da serração.

Anos de trabalho (serração)	Frequências		
	Abs (Nr. de operadores)	Relativa	Percentagem (%)
15	8	$8/21 = 0,38$	38%
13	6	$6/21 = 0,28$	28%
2	2	$2/21 = 0,09$	9%
1	1	$1/21 = 0,04$	4%
3	1	$1/21 = 0,04$	4%
4	1	$1/21 = 0,04$	4%
5	3	$3/21 = 0,13$	13%
Total	21		100%

A frequência relativa forneceu melhor visualização, pois os dados percentuais traduzem melhor a situação comparativa de cada caso, assim sendo 79% representaram aos operadores com boa experiência, ao passo que 21 % representaram aos operários com baixa experiência, de acordo com o critério estabelecido no trabalho, em que a percentagem abaixo de 10% pertencem a baixa experiência e acima dos 10% concernem a mão-de-obra experiente.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A serragem dos toros de *Colophospermum mopane* (Chanato) apresentou rendimento médio de 60.04%. pós rendimento é directamente influenciado do diâmetro.
- Em relação as classes diamétricas observou se o efeito significativo sobre o rendimento da Madeira serrada, sendo que a 3 classe obteve maior rendimento em madeira serrada na serra fita.
- A eficiência operacional encontrado durante o estudo de *Colophospermum mopane* (Chanato) foi de 2.03 m³ /operário, na qual, foi aceitável para o nível tecnológico da serração.
- Quanto aos factores que influencia durante a serragem da madeira são, disposição na maquinaria, disposição da lamina, e a experiências dos operadores.
- De acordo com os parâmetros estabelecidos foi possível apurr que esses factores influencia numa forma positiva.

7. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a serração Tembwe Madeira L.da:

- A separação dos toros por classe diamétrica e por cada espécie no pátio de toros antes da serragem, pois esta acção possibilitará o aumento do rendimento em madeira serrada e da eficiência operacional;
- A Serração Tembwe Madeira L.da, recomenda-se que passe a classificar e separar por classes diamétricas os toros no pátio antes do seu processamento, para que se possa utilizar a matéria-prima com as dimensões e características mais adequadas e desejadas, aplicando essa técnica irá minimizar o tempo no manuseio da matéria-prima pelos operadores e consequentemente aumentar o volume de toros processados por dia.
- Recomenda-se a manutenção constante e adequado das serras para minimizar a eficiência operacional durante a produção;
- Recomenda-se também a realização de estudos de eficiência operacional, rendimento e amostragem de trabalho para espécies provenientes de florestas plantadas com as mesmas classes diamétricas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, *et al*, (2003). *Avaliação dos desperdícios resultantes da exploração florestal e da transformação mecânica da madeira*; FAEF/ DEF. Maputo.
- BIASI, C. P., (2005). *Rendimento em madeira serrada, geração de resíduos e eficiência no desdobro de três espécies tropicais*. Curitiba. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.
- Barnes RM, (2007). *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e medida do trabalho*. São Paulo: Edgar Blucher.
- Bunster, J. H. (1991). *Estudo de rendimento volumetrico na serração de Messica*. Maputo, FAO/DEF 88 pag.
- Bunster, J. H, (1995). *52 Madeiras de Moçambique. Catalogo Técnico*. FAEF/DEF. Maputo-80 pag..
- Chitará, S. (2003). *Instrumentos para Promoção de Investimento Privado na Indústria Florestal Moçambicana*. MINAG, DNFFB, Maputo.
- DNFFB, (1991). *Relatório Final: Direcção da Economia e indústria Florestal*. MADER. Maputo Moçambique.
- Egas, F. A, (2000). *Noções sobre a produção de madeira serrada*. UEM/FAEF/DEF. Maputo
- Eureka (2001). *Inquerito a indústria madeireira*. Madeira .Maputo, 60 pag.
- FAO (2002). *Colheita de madeira commercial em florestas naturais de Moçambique*. Forest Rome.
- FAO (1982). *Asseradores pequenos y medianos en los países endesarollo. Guia para su planificacion y establecimiento*. Roma. 173 pag.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- Gomide, J. L. (1974). *Serração*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 119p.
- IPEX (2003). *Estrategia para o desenvolvimento das exportações de produtos processados de madeira de Moçambique*, Maputo.
- Kelly, Z. (2015). *Avaliação do desempenho de uma serração de eucalipto*, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Latorraca, J.V.F, (2004). *Processamento mecânico da madeira*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 116p.
- Manhiça,A. (2010). *Rendimento e eficiência no desdobro de *pinnus sp* utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte*.

- Moreira, A.B;Arikawa, E & De Castro, T.N. (2014). *Inventário florestal Minicurso. Universidade de São Paulo. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”*. Departamento de ciências florestais. Piracicaba sp.
- Murara J, m. i, (2005). *Serragem de toros de pinus utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.*
- Nogueira, R. (2002). *Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. Método de pesquisa I. Série II. Rio de Janeiro.*
- Ponce, R. M. (1984). *Produção de madeira de qualidade para processamento mecânico. Silvicultura, São Paulo.*
- Rocha, M. P, (2002). *Técnicas de planificação em serrações. Série Didática FUPEF, Curitiba, n. 02/01.*
- Remade, (2005). *Influência da serragem no rendimento e qualidade de eucalipto, 25 Edição.*
- Rocha Spiegel MR, (1994). *Estatística. 3rd ed. São Paulo: PearsonEducation do Brasil.*
- Tsoumis, G. (1991). *Ciência e tecnologia da estrutura da madeira, propriedades, utilização. Nova York.*
- Vital B.R, (2008). *Planificação e operações em serrações. Viçosa: UFV.*

ANEXOS

Anexo 1. Dados pertencentes a 1ª classe diamétrica de toros de *Colophospermum mopane* (Chanato).

#	Volume do torro	Comp. m	Largura	Espessuraen	Vms	R%
1	0,2606	2,9	0,23	0,25	0,1668	63,97641
2	0,2788	3,7	0,28	0,25	0,2590	92,88936
3	0,3111	4	0,28	0,25	0,2800	89,99271
4	0,3141	2,9	0,23	0,25	0,1668	53,08936
5	0,4991	3,8	0,28	0,25	0,2660	53,29343
6	0,4209	3,5	0,03	0,25	0,0263	6,237256
7	0,5647	4,2	0,035	0,25	0,0368	6,508373
8	0,5647	3,8	0,035	0,25	0,0333	5,888528
9	0,4905	4,1	0,035	0,25	0,0359	7,313578
10	0,3476	2,5	0,035	0,25	0,0219	6,292705
11	0,3014	3	0,04	0,25	0,0300	9,953963
12	0,4115	3,4	0,04	0,25	0,0340	8,262309
13	0,2507	3,5	0,035	0,25	0,0306	12,2164
14	0,2713	2,9	0,035	0,25	0,0254	9,353939
15	0,4700	3,9	0,028	0,25	0,0273	5,807942
16	0,3351	4	0,023	0,25	0,0230	6,863774
17	0,3632	4,2	0,028	0,25	0,0294	8,094104
18	0,3240	3,6	0,035	0,25	0,0315	9,721761
19	0,3100	3,2	0,035	0,25	0,0350	11,29069
20	0,4505	4	0,035	0,25	0,0350	7,769971

Anexo 2: Dados pertencentes a 2^a classe diamétrica de toros de *Colophospermum mopane* (Cha.nato)

N. T	VT	Comp m	Largura	Espessura (cm)	VMS	R%
1	0,3719	3,2	0,28	0,25	0,2240	60,23721
2	0,4017	4	0,28	0,25	0,2800	69,69656
3	0,3270	3,2	0,28	0,25	0,2240	68,50765
4	0,4245	3,6	0,28	0,25	0,2520	59,36839
5	0,4379	3,9	0,28	0,25	0,2730	62,34855
6	0,4638	3,6	0,03	0,25	0,0270	5,822039
7	0,5315	3,7	0,035	0,25	0,0324	6,091104
8	0,3560	3	0,035	0,25	0,0263	7,374546
9	0,4790	4,1	0,035	0,25	0,0359	7,489207
10	0,3196	2,3	0,035	0,25	0,0201	6,297321
11	0,3586	3,4	0,04	0,25	0,0340	9,480969
12	0,3532	2,5	0,04	0,25	0,0250	7,077497
13	0,3712	3	0,035	0,25	0,0263	7,072289
14	0,5330	4,1	0,035	0,25	0,0359	6,731045
15	0,3992	2,7	0,028	0,25	0,0189	4,734324
16	0,3259	2,4	0,028	0,25	0,0168	5,154673
17	0,4022	3,4	0,028	0,25	0,0238	5,917285
18	0,5939	4,2	0,035	0,25	0,0368	6,187598
19	0,4950	3,9	0,035	0,25	0,0341	6,893626
20	0,5214	3,7	0,035	0,25	0,0324	6,209016

Anexo 3. Dados pertencentes a 3a classe diamétrica de toros de Colophospermum mopane (Chanato)

N.Toro	Comp m	Largura	Espessura	V,toro	Vms	R%
1	2,9	0,33	0,03	0,4609	0,0287	6,2291
2	3,3	0,24	0,027	0,4295	0,0214	4,9792
3	2	0,27	0,045	0,3162	0,0243	7,6844
4	2,7	0,24	0,018	0,2914	0,0117	4,0028
5	2	0,26	0,022	0,3452	0,0114	3,3144
6	3,2	0,27	0,045	0,4251	0,0389	9,1450
7	2,5	0,25	0,023	0,4354	0,0144	3,3014
8	2,9	0,29	0,023	0,5108	0,0193	3,7871
9	3,2	0,24	0,023	0,3976	0,0177	4,4422
10	2,1	0,24	0,045	0,3349	0,0227	6,7716
11	3,9	0,27	0,045	0,7007	0,0474	6,7621
12	1,8	0,27	0,045	0,3662	0,0219	5,9717
13	3,8	0,27	0,045	0,4853	0,0462	9,5131
14	3,8	0,25	0,003	0,6221	0,0029	0,4581
15	4,2	0,26	0,023	0,5649	0,0251	4,4461
16	3,8	0,24	0,045	0,5992	0,0410	6,8486
17	2,9	0,33	0,045	0,5873	0,0431	7,3321
18	4	0,23	0,045	0,6422	0,0414	6,4467
19	3,2	0,27	0,023	0,5259	0,0199	3,7784
20	3	0,23	0,018	0,5436	0,0124	2,2848



Anexo 4. Pátio de toros da Serração Tembwe Madeira Lda.



Anexo 5. Processo de toros e cubicagem dos toros



Anexo 6. Empilhamento da madeira serrada.