



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

**Relatório Final**

**Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), na  
serra fita horizontal na serração e carpintaria FUEL, no distrito de  
Mandlakazi, província de Gaza**

“Relatório final de Monografia para a obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Florestal”

**Autor:** Valdemiro Alberino Soqueres

**Tutor:** Eng<sup>o</sup> Pedro Venâncio Wate (MSc)

Lionde, Dezembro de 2021



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de investigação científica sobre: **Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), na serra fita horizontal na serração e carpintaria Fuel, no distrito de Mandlhakazi, provincia de Gaza,** a ser apresentado ao curso de Engenharia Florestal, Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Eng<sup>o</sup> Pedro Venâncio Wate, (MSc)

Lionde, Dezembro de 2021



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Valdemiro Alberino Soqueres “**Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), na serra fita horizontal na serração e carpintaria FUEL, no distrito de Mandlakazi, província de Gaza**” Monografia Científica apresentada ao curso de Engenharia Zootécnica, Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Monografia defendida e Aprovada em 11 de Novembro de 2021

Supervisor <sup>Júri</sup> Pedro Venâncio Wate

(Eng<sup>o</sup>. Pedro Venâncio Wate, MSc)

Avaliador 1 Severino José Macô

(Eng<sup>o</sup> Severino José Macô)

Avaliador 2 Agnaldo Viriato Ubisse

(Eng<sup>o</sup>. Agnaldo Viriato Ubisse)



### **Declaração**

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

Lionde, 16 de Dezembro de 2021

Valdemiro A. Soqueres

(Valdemiro Alberino Soqueres)

<b>Índice</b>	<b>Páginas</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	i
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Problema e justificação do estudo .....	2
1.2.1. Geral: .....	3
<b>1.2.2. Especifico:</b> .....	3
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1. Recursos florestais em Moçambique .....	4
<b>2.2.1. Indústria Madeireira</b> .....	4
<b>2.2.2. Situação das Indústrias Madeireiras em Moçambique</b> .....	4
2.2.3. Situação das Indústrias Madeireiras em Gaza .....	5
<b>2.2.4. Serrações</b> .....	5
<b>2.3.1. Serragem de toros</b> .....	6
<b>2.3.2. Serragem principal</b> .....	6
<b>2.3.3. Serragem secundária</b> .....	6
2.4. Principais equipamentos .....	6
<b>2.4.1. Serra fita</b> .....	6
<b>2.4.2. Serras circulares</b> .....	7
<b>2.4.3. Máquinas auxiliar</b> .....	7
2.5. Principais esquemas de corte usados nas serrações.....	7
<b>2.5.1. Tangencial</b> .....	8
<b>2.5.2. Radial</b> .....	8
2.6. Rendimento em madeira serrada .....	8
2.7. Eficiência operacional .....	8
<b>3. Variação de serragem</b> .....	9
3.1. Factores que influenciam na variação da serragem .....	9
3.2. Desvio de corte .....	9
3.3. Medição das espessuras .....	9
3.4. Dente de serra .....	10
2.5. Factores que influenciam a escolha do dente .....	10
<b>3.5.1. Formatos básicos de dentes</b> .....	11
<b>3.5.2. Altura do dente (h)</b> .....	11
<b>3.5.3. Passo dos dentes (p)</b> .....	11
<b>3.5.4. Trava do dente</b> .....	12
<b>3.5.5. Ângulo livre ou de incidência (<math>\alpha</math>)</b> .....	12

3.5.6. Ângulo de corte ( $\beta$ ).....	13
3.5.7. Ângulo de ataque ( $\gamma$ ).....	13
3.5.8. Garganta do dente.....	14
3.6. Velocidade de avanço.....	14
3.6.1. Avanço por dente.....	15
3.6.2. Esforços do corte.....	15
3.6.3. Manutenção.....	16
3.1. Descrição da área de estudo.....	17
3.2. Clima.....	18
3.3. Geologia e solos.....	18
3.4. Floresta e fauna.....	18
3.5. Caracterização da empresa.....	18
3.9. Análise dos dados.....	20
3.8. Volume dos toros.....	20
3.8.1. Serragem de toros.....	21
3.8.2. Determinação do volume de madeira serrada.....	21
3.8.3. Determinação do rendimento da madeira serrada.....	22
3.8.4. Média da espessura.....	22
3.8.6. Desvio padrão entre e dentro das pranchas.....	23
3.8.8. Factores que determinam a variação de Serragem.....	25
4.1. Rendimento Médio.....	27
4.2. Desvio de corte.....	28
4.2. Variação da serragem.....	30
4.3. Velocidade de avanço.....	31
4.4. Factores que influenciaram na variação de serragem.....	32
4.4.1. Velocidade de corte.....	33
4.4.2. Ângulo de ataque.....	33
4.4.3. Passo do dente.....	33
4.4.4. Manutenção do Charion.....	34
4.4.5. Manutenção das Serras.....	34
V. CONCLUSÃO.....	35
VI. RECOMENDAÇÕES.....	36
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
VII. ANEXOS.....	41

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização da área de estudo .....	17
<b>Figura 2:</b> Layout da Serração Timóteo Valente Fuel. SFM – serra fita horizontal.....	23
<b>Figura 3:</b> Pontos de medição de espessura na madeira serrada.....	23
<b>Figura 4:</b> Desvio médio relativo, em percentagem na espessura das tábuas, por classes em cada ponto de medição. ....	29
<b>Figura 5:</b> Desvio médio de corte por classe .....	29
<b>Figura 6:</b> Desvio médio de corte por classe e ponto de medição. ....	30
<b>Figura 7:</b> Variação da serragem por classes diamétricas .....	31
<b>Figura 8:</b> Gráfico de variação de serragem .....	31
<b>Figura 9:</b> Gráfico da velocidade de avanço médio por classe diamétrica .....	32

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Materiais usados na colecta de dados .....	19
<b>Tabela 2:</b> Número de toros Seleccionados por Classe.....	20
<b>Tabela 3:</b> Rendimento médio da madeira serrada .....	27
<b>Tabela 4:</b> Factores que influenciaram na variação da serragem.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS

**m** –Metros

**m<sup>3</sup>** –Metro cúbico

**m/min** – Metro por minuto

**m<sup>3</sup>/min** – Metro cúbico por minuto

**mm** – Milímetro

**cm** –Centímetro

**hd-** Altura do Dente

**Cp-** Compasso

**Ad-** Ângulo do dente

**Ed-** Espessura do dente

**C-** Classes diamétricas

**VMA-** Velocidade média de avanço

**Dv-** Desvio padrão

**Vr.entre peças** – Variação entre as peças

**Vr.dentr. peças** – Variação dentro das peças

**MAE** – Ministério da Administração Estatal

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus Pais, Alberino Soqueres e Victoria Machisse Nhamano.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer de antemão a Deus todo-poderoso, que a meio todas as dificuldades ele estava e esta comigo, quando as portas pareciam fechar ele abria e quando parecia que tudo acabou ele me levantou e me limpou e voltou a me dar forças para continuar. Mais uma vez muito obrigado Deus de Ezequiel por tudo que tem-me feito passar. Muito obrigado

Aos meus Pais, Alberino Soqueres e Victoria Machisse Nhamano. Por me terem gerado e cuidado, desafiando as turbulências da vida, mas com fé e determinação foram e continuam a ser os meus heróis.

Aos meus irmãos, Esperança Soqueres, Michael Soqueres, Guimel Soqueres e Luck Soqueres, que foram incansáveis, e por terem acreditado em mim, me encorajado e apoiado incondicionalmente aos desafios por mim assumidos.

Aos meus Pais Espirituais, Munyradzi Mpoto e Percina Mpoto, por terem-me albergado em sua casa, quando eu mais precisava e por me apoiarem em tudo que eu precisasse na escola bem como na vida.

Agradeço ao meu tutor Eng<sup>o</sup>. Pedro Venâncio Wate (MSc), pela paciência, orientações, conhecimentos transmitidos e pela pronta disponibilidade para críticas, correcções, sugestões e esclarecimento das dúvidas em todas as fases da elaboração deste trabalho.

A Vovó Melita Matcheque, e aos meus irmãos da igreja assembleia de Deus Africana que me apoiaram, acompanharam e torceram pela minha Victória.

Ao meu Pastor, Francisco Zacarias Chaneta e Catarina Chaneta, pelas orações que não tenho e nunca terei como pagar, pelo carinho, companheirismo, alojamento e muito mais.

Aos meus amigos Eng<sup>o</sup>. Borge Alberto, Eng<sup>o</sup>. Terço Bernardo Guizado, dr. Isac Chibande Bernardo, Joaquim Oliveira, Hélder Siteo, Xadrique Nhamazão. Por terem-me apoiado na execução deste trabalho de monografia e por estarem comigo no processo de formação, passamos juntos momentos bons e maus buscando um futuro risonho.

A todos trabalhadores da serração e Carpintaria Fuel, pela paciência, bom humor, boa convivência e grande disposição na recolha de dados para este trabalho.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza pela oportunidade de realizar o curso, Divisão de Agricultura e em especial aos Docentes do curso de Engenharia Florestal, particularmente ao Eng<sup>o</sup> Severino José Macôo, Eng<sup>o</sup> Emídio José Matusse (MSc), Eng<sup>o</sup> Edson Chilaquene

Massingue, Eng.<sup>a</sup> Juvência Yolanda Malate, dr<sup>o</sup> Sérgio Alfredo Bila e ao dr<sup>o</sup> Arão Raimundo Feniassa Malate, Eng<sup>o</sup>. Agnaldo Viriato Ubisse por todo apoio, dedicação e orientação que me foram oferecidos ao longo da minha formação.

Agradeço também em especial a toda comunidade do Instituto Superior Politécnico de Gaza, corpo Directivo, CTA e a nossa associação de estudantes por todo apoio durante a minha formação.

Os meus agradecimentos aos colegas do curso, em especial aos meus amigos, Richard Zandamela, Lézia, Delito, Jordina, ken koff, Luís Lúcia, Adriano, entre outros que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho, vão os meus muito obrigados.

## RESUMO

O presente estudo, realizou-se no distrito de Mandlakazi província de Gaza, com o objectivo de analisar a variação da serragem em termos de espessura das tábuas no processo de serragem. E com objectivos específicos de Determinar o rendimento médio da madeira serrada, Determinar os desvios de corte, analisar a variação da espessura dentro e entre as tábuas, Comparar os factores que influenciam na variação de serragem. Para a colecta de dados foram seleccionados aleatoriamente 45 toros de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), onde os toros foram agrupados em três classes diamétricas entre 20 a 35cm, e cada classe diamétrica teve 15 toros, o intervalo de classe diamétricas correspondeu de 20-25; 25-30; 30-35 cm, a seguir fez-se a cubicagem dos toros seleccionados no pátio para a obtenção do volume dos toros usando a fórmula de Smallian, onde foram tomadas as medidas dos diâmetros da base (db) e do topo (dt) de cada secção transversal do toro. Após o processamento dos toros, mediu-se as seguintes variáveis: comprimento, largura e a espessura das tábuas processada. Em cada tábua, foram tomadas oito medidas de espessura, sendo quatro em cada lateral e com o dado obtido calculou-se a variação da serragem dentro e entre as peças. Posteriormente mediu-se o comprimento da serra, a altura do dente, compasso do dente e a largura do dente, o ângulo do dente da serra e o esquema do dente, para compreender os principais factores de variação. Neste estudo foram obtidos valores de rendimento volumétrico médio (60.4188%), apesar de a espécie ser uma folhosa, indicando de certa forma um elevado nível de aproveitamento nesta serração. Em relação a variação de serragem na serra fita os resultados ilustram que a 1ª classe apresentou maior variação (24mm) e a 2ª classe (12mm) e 3ª (7mm). Observou-se que o menor e o maior desvio-padrão de corte foram obtidos nas tábuas da 1ª classe, e o desvio médio foi de 5,5mm. Os principais factores que contribuíram para a Variação da serragem foram o desgaste das serras, manutenção inadequada das serras, ma fixação dos toros no carro porta toro e o uso de diâmetros menores e com tortuosidade. E o factor chave foi a manutenção das Serras, que concorreu significativamente para a variação da serragem nesta empresa. A Serração e carpintaria Fuel, apresentou um nível de variação de serragem aceitável e um óptimo desvio de corte dentro e entre as tábuas.

**Palavras-chave:** Variação, Serração, Espessura, Medições

## ABSTRACT

The present study on Analysis of the sawdust variation of *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), in the horizontal band saw, was carried out at the sawmill and Fuel carpentry, with the objective of Analyzing the thickness variation inside and between the boards, having as specific objectives: Identify the Factors that influence sawdust variation, Assess the saw maintenance process, and Determine the cutting deviation that occurs in sawn boards. For the collection of data, 45 logs of *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) were randomly selected, where the logs were grouped into three diametric classes between 20 to 35 cm, and each diametric class had 15 logs, the range of diametric classes will correspond to (20-25; 25-30; 30-35 cm) in diameter. Next, cubication of the logs selected in the yard was done to obtain the volume of the logs using the Smallian formula, where the measures of the diameters of the base (db) and the top (dt) of each cross section of the log were taken with the aid of a Suta, and then its length was measured with a tape measure. After processing the logs, the following variables were measured: length, width with the aid of a tape measure, and the thickness with the aid of an electronic caliper. Eight thickness measures were taken on each board, four on each side. And with the data obtained the sawdust variation within and between the pieces was calculated. The length of the saw, the height of the tooth, the compass of the tooth and the width of the tooth were measured with the aid of a measuring tape with the aid of a graduated ruler; and with the aid of a protractor, the angle of the saw tooth and the tooth scheme were measured to understand the main factors of variation. The data obtained were entered, organized and processed in the spreadsheet of the computer program "Microsoft Excel version 2013", in order to calculate the volumes of sawn wood in the different diametric classes, and, in the Minitab 18 statistical program to assess the statistical difference of the cutting deviations that cause the variation. In this study average volumetric yield values (60.448%) were obtained above 55%, although the species is a hardwood, indicating in a way a high level of use in this sawmill. Regarding the sawdust variation in the band saw the results illustrate that class 1 showed a greater variation (1.8309) compared to classes 2 (0.0121) and 3 (0.0076). The statistical analysis at 95% level of significance showed that there was no sweeping of the results.

**Keyword:** Variation, Sawmill, Thickness, Measurements

## I. INTRODUÇÃO

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). Assim, as empresas buscam a melhoria das operações e a optimização dos recursos disponíveis para aumentar a lucratividade e oferecer matérias com uma qualidade aceitável. Estudos de matérias ligadas ao processamento dos produtos florestais, tal caso da variação da espessura no processo de serragem são de extrema necessidade (Manhiça, 2010).

Esta variação da Espessura na serragem, refere se a diversas modificações ocorridas nas medidas produzida na espessura das peças durante o processo de serragem. (Garcia, 1995). A variação de serragem pode ser eliminada de cada peça para a obtenção da dimensão final ou desejada, este factor tem influência directa sobre a eficiência de conversão volumétrica nas serrações (Marzol, 2008).

Nesse sentido, Menezes (1998) salienta que a definição da espessura da madeira a ser produzida deve ser bem planejada e levar em conta a qualidade do toro a ser processado, os volumes requeridos e o uso final da madeira. Pois, uma serração que produz peças grandes geralmente tem rendimentos que outra em que os produtos são de menor tamanho (Ponce, 1992).

Deste modo realizou-se o presente estudo sobre a variação da serragem em termos de espessura, na serra fita horizontal na serração e carpintaria Fuel, de modo a compreender os factores que influenciam na variação de serragem da madeira desta empresa.

### **1.1. Problema e justificação do estudo**

Actualmente as indústrias madeireiras estão preocupadas com a crescente competitividade na obtenção e venda de produtos de qualidades e aceitáveis no mercado madeireiro (Rocha, 2001). Assim sendo as serrações vem sendo obrigadas a definir com precisão as dimensões da espessura das pranchas no processo de serragem. Pois, uma peça bem serrada pode aumentar significativamente os ganhos da empresa, somente com o controlo da variação da espessura das pranchas (Manhiça, 2010).

Segundo Eureka (2001), Em Moçambique, particularmente a província de Gaza operam serrações de pequeno porte e pouco desenvolvidas ao nível tecnológico, operando de forma mista com carpintarias e/ou marcenarias e destinadas principalmente a produção de madeira maciça para construção civil e móveis.

Por sua vez estas empresas têm tido muitas dificuldades no controlo da espessura da madeira processada em seus engenhos. A má qualidade de espessura vem sendo causado pela variação de serragem advindas de uma serra fita podendo estar relacionadas à manutenção da lâmina de serra e, por último, à manutenção do equipamento (Vital, 2008).

Esse 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. O presente estudo visa compreender os factores que influenciam na variação de serragem em termos de espessura durante a serragem de toros de *Androstachys johnsonii* na serração e carpintaria Fuel. Pois conhecendo esses factores e melhorando o processo de serragem a empresa terá grandes benefícios em termos de qualidade da madeira processada, aumento da sua produção e produtividade, e bem como menor desperdício da madeira serrada, o que proporcionara um maior rendimento volumétrico que consequentemente vai fazer com que a empresa tenha grandes ganhos económicos. Assim tornando se mais competitivos no mercado madeireiro.

## **1.2. Objectivo**

### **1.2.1. Geral:**

- ❖ Analisar a variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na serra fita horizontal na serração e carpintaria Fuel.

### **1.2.2. Especifico:**

- Determinar o rendimento médio da madeira serrada
- Determinar os desvios de corte
- Analisar a variação da espessura dentro e entre as tábuas
- Comparar os factores que influenciam na variação de serragem

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Recursos florestais em Moçambique

De acordo com FAO (2003), Moçambique é um país rico em recursos florestais com elevada contribuição na economia nacional. A mesma referência destacou como potencial do sector florestal o fornecimento de produtos que oferecem oportunidades de emprego nas zonas rurais e possíveis ganhos com as exportações. Cerca de 13 Milhões de hectares não são favoráveis para a produção da madeira, no qual a maioria localiza-se dentro dos Parques Nacionais, Reservas Florestais e outras Áreas de Conservação (Marzol, 2007). Os combustíveis lenhosos, a madeira serrada, e o material de construção tradicional, representam o grosso da demanda de produtos florestais no país (MICOA, 2002). Apesar da enorme diversidade existente entre a madeira de diferentes espécies, a produção de madeira serrada em Moçambique assenta basicamente em 7 espécies nativas e 2 géneros de espécies exóticas, que dominam o mercado nacional (Chitará, 2003). Deste modo, a pressão recai sobre as espécies mais comuns, nomeadamente *Pterocarpus angolensis* (Umbila), *Millettia stuhlmannii* (Panga panga), *Dalbergia melanoxylon* (Pau preto), *Azelia quanzensis* (Chanfuta), *Milicia excelsa* (Tule), *Androstachys johnsonii* (Simbirre) e *Khaya anthoteca* (Umbáua).

#### 2.2.1. 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 (Ferreir, 2006).

#### 2.2.2. Situação das Indústrias Madeireiras em Moçambique

Em Moçambique as principais indústrias de transformação de madeira são as serrações, sendo as mesmas de fácil instalação e que emprega muita mão-de-obra, mas de pouca qualificação. Caracteriza-se igualmente por consumir grandes quantidades de matéria-prima que podem ultrapassar 60% dos custos de produção total de madeira serrada se incluirmos os custos de transporte (FAO, 2002).

De acordo com Eureka até 2001 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. Para além destas, existem algumas pequenas empresas de base florestais não registadas (Eureka, 2001).

Segundo Ipex (2003), salienta que 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.

### **2.2.3. Situação das Indústrias Madeireiras em Gaza**

Segundo Eureka (2001), a província de Gaza possui 5 indústrias que processam madeira serrada, e a capacidade de processamento instalada é de 3.360 m<sup>3</sup>/ano, estando a processar actualmente 1.000 m<sup>3</sup>/ano, o mesmo inquérito realizado pela Eureka afirma que das 5 indústrias, apenas duas é que processam Mecrusse, nomeadamente "Madeirarte Lda e Serração e Carpintaria Fuel.

### **2.2.4. Serrações**

As serrações de Moçambique são em sua totalidade de pequeno e médio porte, em virtude dos baixos níveis tecnológicos disponíveis no país. Nestas indústrias, os rendimentos em madeira serrada dependem principalmente dos esquemas de corte, qualidade e dimensões dos toros, tipo de produto, além do tipo de máquinas e ferramentas de corte (Manhiça, 2010 *et al.*, 2014).

Rocha (2002) aponta que é necessário se realizar uma série de estudos no local onde a serração será implantada, como o capital disponível para realizar o empreendimento, um estudo sobre a matéria-prima que será utilizada (espécie, quantidade disponível, dimensões dos toros, disponibilidade de operários e seus conhecimentos técnicos). Além disso, deve ser realizado um levantamento topográfico do local onde a serração será instalada e o nivelamento do terreno, buscando aproveitar toda inclinação que seja favorável às actividades que serão desenvolvidas.

Para uma serração ter um bom desempenho económico é importante que a sua localização seja a mais adequada possível e toda a sua planificação posterior seja a partir desta localização. O local para se instalar uma serração deve ser estudado com antecedência sendo importante se realizar um planeamento adequado objectivando diminuir o custo de mão-de-obra, transporte e com a produção, ao mesmo tempo obter um alto rendimento, produtos de alta qualidade e competitivos no mercado (Vital 2008).

Nas indústrias madeireiras de transformação primária (serrações) do país a capacidade estimada e actual de produção das serrações é de aproximadamente 120.000 m<sup>3</sup>/ano e 65.000 SOQUERES, Valdemiro Alberino

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel m<sup>3</sup>/ano de madeira serrada, respectivamente. Em que as províncias de Manica, Sofala e Zambézia constituem as províncias com maior capacidade de produção (Eureka, 2001).

### **2.3.1. Serragem de toros**

Segundo Gato, (2002) a operação de serragem, é o processo pelo qual os toros são convertidos em produtos úteis da madeira, mediante a aplicação de um ou mais processos mecânicos que as transformam em peças de menores dimensões, dando-lhes forma, tamanho e superfície regular. A utilização de técnicas adequadas de serragem é fundamental para se obter madeira de boa qualidade, visando minimizar os defeitos da madeira serrada (Rocha, 2000).

### **2.3.2. Serragem principal**

As operações de serragem principal 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 dos toros, diminuição da altura de corte e a facilitação do trabalho de equipamentos menores em operações secundárias são funções de serras principais. Nesta serra os toros são cortados longitudinalmente e transversalmente, (Rocha, 2007).

As máquinas e equipamentos utilizados na serragem principal são serras de quadro ou alternativas; serras circulares; serra de fita e carro porta toros. O uso desses equipamentos nas operações principais gera produtos e subprodutos, tais como: semi-blocos, blocos, prancha, tábuas, costaneiras, serragem e cavacos (Rocha, 2002).

### **2.3.3. Serragem secundária**

A serragem secundária corresponde às actividades realizadas posteriormente à serragem 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 face plana. As máquinas utilizadas nesse tipo de serragem, denominadas máquinas secundárias, são geralmente serras circulares, serras alternativas e serras de fita de pequeno porte, (Nogueira, 2007).

## **2.4. Principais equipamentos**

Segundo Latorraca (2004), nas serrações encontram-se diversos tipos de serras mecânicas. O volume, qualidade e o tipo de madeira a produzir em uma serração, dependem basicamente da matéria-prima e das máquinas que se pode contar.

### **2.4.1. Serra fita**

Essa máquina exerce um papel muito importante nas serrações, pois é a primeira máquina do fluxo produtivo. Onde, actualmente, é a máquina mais versátil e mais empregada para a

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel serragem de toros, pois a serragem de toros de diâmetros e densidades diferentes, com espessura de corte reduzida, (Abreu, 2005). No caso das serras simples, utiliza-se um carro porta-toros com esquadros e sistemas de avanço para a definição da espessura das peças serradas, nestes os toros são fixados por sistema de garras que auxiliam na estabilidade dos toros durante o corte (Carmo, 1999).

Segundo Carmo (1999), o carro porta toros é um equipamento de grande importância na operação de serrações, pois possui a função de transportar os toros até a máquina de serragem, no qual esta última é fixa e o carro é móvel.

#### **2.4.2. Serras circulares**

As serras circulares são serras de simples operação, e por isso, é mais empregada nas etapas de processamento da madeira, tanto na serragem primário quanto nas actividades de serragem secundária. As serras possuem a opção de dois eixos, o que permite a redução das dimensões (diâmetro e espessura) dos discos, aumento da altura de corte e melhor qualidade da madeira serrada (Hernandes, 1998).

Segundo Baptista (2006), a utilização destas máquinas na serragem principal somente é adequada para toros de pequenos diâmetros e matéria-prima de baixo custo, devido à grande perda por serragem (quanto maior o diâmetro do disco, maior a espessura) e por serem pouco versáteis.

#### **2.4.3. Máquinas auxiliar**

As máquinas auxiliares não participam directamente da produção, porém são de extrema importância no processo de serragem (Abreu, 2005). As principais máquinas auxiliares são as afiadoras de serras, as recaladoras de serras e as tencionadas de serras fita (Latorraca, 2004).

### **2.5. Principais esquemas de corte usados nas serrações.**

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.

### **2.5.1. Tangencial**

O corte tangencial consiste na obtenção de peças tangenciais aos anéis de crescimento, entre tanto a indústria madeireira 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 (Remade, 2005).

### **2.5.2. Radial**

Conforme *Dell Menezzi e Nahuz*, (1998), o sistema de corte radial caracteriza se por retirada de peças paralelas aos raios, com finalidade de obter maior número de tábuas com as faces no mesmo plano dos respectivos raios e os cortes com esse sistema apresentam desenhos agradáveis formadas a partir da interação de grã e o plano de corte.

## **2.6. Rendimento em madeira serrada**

Segundo *Latorraca* (2004), o rendimento ou percentagem de aproveitamento depende basicamente do volume total de madeira em toro utilizado pela serração; esquema de serragem usado; dimensões finais da peça desejada (número de cortes feitos); máquinas utilizadas e tipo de mão-de-obra (especializada ou não).

Uma das formas de determinação do coeficiente de transformação ou rendimento em madeira serrada é a relação entre o volume produzido de madeira serrada e o volume utilizado de madeira em forma de toro expresso em percentagem. Com o cálculo do rendimento se obtêm as seguintes informações: volume e quantidade de toros para a produção, equipamentos necessários, estoque a ser disponibilizado, projecções futuras e alteração dos métodos, sistemas utilizados para aumentar a produção e a percentagem de perdas de matéria-prima (*Garcia*, 2003).

## **2.7. Eficiência operacional**

A eficiência operacional expressa a relação entre o volume de toros serrados por período ou turno e o número de operários envolvidos em todas as operações de serragem (*Rocha*, 2002).

De acordo com o mesmo autor, utiliza-se o volume de toros para o cálculo da eficiência, 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

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel saber a produtividade de cada operário por ciclo de trabalho, o que possibilita uma avaliação custo/benefício de cada operário.

### **3. Variação de serragem**

É a medida de variação produzida na espessura e na largura das peças durante o processo de serragem. E a variação total é aquela que é obtida em função das variações que ocorrem dentro e entre as peças, ou seja é o somatório das variações que ocorrem dentro e entre as peças, (Carmo at all., 2012).

#### **3.1. Factores que influenciam na variação da serragem**

Existem vários factores que podem servir de base para os gestores de uma serração, avaliarem avariarão da serragem, dos quais, podem ser a espessura da lâmina de corte, o desvio de corte, os dentes da serra (*Manhiça et al., 2010*).

#### **3.2. Desvio de corte**

Para analisar os desvios de serragem ou de corte, os dados das medições devem ser anotados em uma planilha e, em seguida, processados quanto ao desvio-padrão entre e dentro das tábuas da amostra aleatória. Assim, avalia-se o quanto a espessura média das tábuas está desviando em relação à espessura desejada de corte. A partir daí, deve-se localizar a origem desses desvios. Esse procedimento é de simples execução, pois necessita apenas de paquímetro, prancheta, planilha e um técnico muito eficiente, pois controla o padrão de qualidade das peças geradas (Carmo, 1999), (habreu, 2012).

#### **3.3. Medição das espessuras**

A medição da espessura de corte ao longo da tábua consiste numa prática eficiente do controle de qualidade das peças geradas pela serragem. Recomenda-se que esse processo seja executado por amostragem e concomitante com o processo de serragem, principalmente depois da troca da lâmina de serra (Murara Júnior, 2005).

Eleotério et al. (1996) afirmaram que a precisão das dimensões é uma característica que determina a qualidade de uma peça de madeira. A qualidade da madeira serrada pode ser avaliada de duas maneiras: pelas suas características naturais (propriedades físicas, mecânicas, anatómicas, entre outras) ou pela precisão de suas dimensões. Ponce (1993) afirma que a variação dimensional é uma das causas que dificultam a comercialização e consequente baixa competitividade da indústria madeireira. As causas de variação do corte advindas de

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel uma serra de fita podem estar relacionadas à escolha errônea dos parâmetros ou métodos, à manutenção da lâmina de serra e, por último, à manutenção do equipamento.

De acordo com Pepino (2001), além dos ganhos de qualidade de madeira serrada, através da diminuição da variação da espessura das tábuas, consegue-se uma redução considerável no volume do resíduo gerado durante o processo produtivo, em especial nos acabamentos.

### **3.4. Dente de serra**

Todos os tipos de lâminas são constituídos de um corpo ou folha e dentes. Estes dentes são formados por entalhes e saliências, que realizam um ataque sucessivo aos feixes fibrosos da madeira, onde arrancam certa quantidade de madeira, sob a forma de pequenas partículas, conhecidas como serragem. O processo de serragem envolve intenso contacto entre a extremidade de dente de serra e a madeira, sendo, assim, considerado a essência do processo dentro das serrações (Rocha, 2001).

### **2.5. Factores que influenciam a escolha do dente**

O formato e as dimensões dos dentes da serra têm influência sobre o resultado do corte. De modo geral, considera-se que a geometria ideal é aquela que possibilita ganhos de qualidade e produtividade na madeira serrada. Segundo Sandvik (1999), na escolha do dente devem-se considerar os seguintes factores: capacidade de garganta, estabilidade lateral adequada e geometria cortante. Hernández (1998), sugere que a escolha do formato do dente deve considerar os seguintes parâmetros:

**Tipo de madeira** – madeiras mais densas e secas exigem formatos de dentes mais robustos, enquanto madeiras mais macias e verdes permitem formatos menos resistentes, deixando mais espaço para o fundo do dente (Hernández, 1998).

**Direcção do corte em relação às fibras** – no corte transversal às fibras os dentes sofrem maior desgaste, quando comparados aos cortes longitudinais (Hernández, 1998).

**Velocidade da lâmina** – a velocidade elevada da lâmina está geralmente associada com o corte de madeiras moles e a utilização de elevadas velocidades de avanço, necessitando, então, de fundos de dentes maiores (Hernández, 1998).

Em uma Serra fita as velocidades de corte usuais para a serragem de madeira são: para madeiras macias até 50m/s para madeiras duras de 40 a 46 m/s e para madeiras extremamente duras de 30 a 35 m/s (Sales 1990).

**Avanço** – elevadas velocidades de avanço sujeitam os dentes a grande esforço e exigem um formato mais robusto. Velocidades elevadas de avanço também exigem fundos dos dentes maiores (Hernández, 1998).

**Profundidade do corte** – se as outras condições forem iguais, o aumento da profundidade do corte requer mais espaço para o fundo do dente; contudo, a lâmina, nesta condição, está sujeita a maiores esforços, o que deve ser compensado pela redução do avanço (Hernández, 1998).

### **3.5.1. Formatos básicos de dentes**

Pepino (2001), afirmou que, o bom trabalho do dente de serra em função de sua geometria, dos esforços que são aplicados contrários ao corte, da resistência da lâmina e dos ângulos de incidência, corte e ataque. O autor ainda afirma, que as modificações na geometria dos dentes das lâminas de serra de fita visam à redução dos esforços de corte, levando a um aumento da velocidade de avanço no carro porta-toro no momento do corte, propiciando ganho de produtividade e redução no consumo de energia. Aspectos relacionados à profundidade e, em poucos casos, alterações no ângulo de ataque.

### **3.5.2. Altura do dente (h)**

Para (Vital BR, 2008), a altura do dente corresponde à distância vertical entre a ponta e o fundo dele. Aumentando-se a altura dos dentes, haverá maior vão entre eles, o que possibilitará maior velocidade de alimentação; contudo, não se pode aumentar a altura de um dente indefinidamente, pois sua resistência depende da relação entre sua altura e distância de um dente a outro, (Hernández, 1998).

### **3.5.3. Passo dos dentes (p)**

O passo de um dente corresponde à distância entre dois dentes consecutivos. A escolha do valor do passo em função de alguns factores, como tipo de madeira, velocidade da lâmina de serra, velocidade de alimentação, entre outros (Rocha, 2001).

Pepino (2001) mencionou que o passo do dente depende muito mais da altura de corte a efectuar que da natureza da madeira; mais um exemplo de que a serragem de madeira provinda de reflorescimento possui uma grande vantagem em relação ao de madeira nativa, uma vez que as alturas de corte são, de certa forma, padronizadas. O autor relatou que é preciso escolher uma forma de dente de maior resistência e só então definir o passo dele. mesmo autor, ainda, afirmou que, de posse da superfície e da altura do dente determinada e conhecendo a rigidez da lâmina de serra de fita, pode-se determinar o passo do dente.

Um passo grande demais aumenta o esforço sobre cada dente, gastando-se rapidamente o gume da lâmina; um passo pequeno produz uma superfície serrada mais regular, porém exige maior consumo de energia (Néri *et al*, 2000).

Um passo pequeno implica necessariamente um fundo de dente pequeno e restringe o avanço da madeira a serrar, o que pode ser inconveniente numa serração de grande produção. Se o ângulo de corte ( $\beta$ ) e o ângulo de ataque ( $\gamma$ ) forem grandes, as costas do dente podem ser fortemente convexas, a fim de se evitar um passo excessivamente grande. O autor relatou que dentes com pontas recalçadas necessitam de um passo maior que os dentes travados. A diferença pode chegar a cerca de 35%. As fitas finas, que geralmente têm dentes travados, devem ter dentes pequenos e passo também pequeno, a fim de que os dentes finos sejam suficientemente fortes, (Garcia, 2003).

Para serrar madeira de baixa densidade e verde, é preferível usar geralmente passo de 40 a 50 mm (1 ½ a 1 ¾”); para madeira de maior densidade e seca, o passo deve ser de 35 a 40 mm (1 ¼ a 1 ½”). Há muitas espécies de madeiras que requerem forma de dentes e passo especiais. Essas exigências variam muito, especialmente no que se refere a certas madeiras tropicais. Existe, ainda, o passo que é caracterizado por possuir as pontas dos dentes desigualmente espaçadas na lâmina de serra, denominado de passo variado, (Latorraca, 2004)

Sandvik (1999), afirmou que uma lâmina de serra pode possuir vários passos, normalmente de 3 - 5 passos, com a mesma forma básica do dente. Também diferentes formas de dentes com diferentes passos podem aparecer na mesma lâmina de serra de fita. Este tipo de passo tornou-se possível através de técnicas modernas de afiação, sendo mais usado na América do norte.

#### **3.5.4. Trava do dente**

É uma deformação produzida de forma mecânica, manual, ou automática, nas pontas dos dentes de maneira que a largura do corte seja maior que a espessura da lâmina da serra. O objectivo deste procedimento é de evitar o atrito entre a madeira e a lâmina, fazendo com que esta passe livremente através do corte realizado previamente pelos dentes. (Latorraca, 2004)

#### **3.5.5. Ângulo livre ou de incidência ( $\alpha$ )**

É o ângulo formado por uma recta que tangencia as pontas dos dentes e por outra que tangencia suas costas, passando pela ponta. Quanto maior for este ângulo, melhor será a penetração na madeira, facilitando o corte; se este ângulo, no entanto, for muito grande, a ponta do dente se torna enfraquecida. Se for de  $0^\circ$ , o dorso do dente encosta na madeira,

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel dificultando o avanço da peça serrada; este ângulo nunca pode ser menor que 5° (Garcia, 2003).

Batista (2006), também afirma que o ângulo não deve ser menor que 5° e que, para madeira muito mole, pode chegar até 12°; se a saída não for suficiente, as costas do dente causarão atrito com a madeira, provocando excessivo atrito com a lâmina de serra. O ângulo de incidência é necessário para evitar que o dorso do dente se choque com a madeira. Quando o ângulo de incidência for pequeno, o esforço de corte aumenta seguramente em função do choque do dorso com a madeira e recomenda-se um ângulo limite de incidência de 15°. Este ângulo não tem qualquer função mecânica no corte ou, mesmo, função de evacuar a serragem produzida durante o corte (Senai, 2010.). Para as condições escandinavas, é utilizado um ângulo de incidência de 8° a 12°, ao passo que o padrão nos EUA é de 12 a 16° (Sandvik, 1999).

Williston (2002.), recomendou que o ângulo de entrada não seja inferior a 10°. O autor ainda relata que o valor de 12° é comumente utilizado na Europa e que nos EUA o valor do ângulo de incidência geralmente é de 16°, dentro dos limites estabelecidos pelo autor supracitado.

### **3.5.6. Ângulo de corte ( $\beta$ )**

É o ângulo formado pela ponta metálica do dente e determina a sua resistência. Deve ser suficientemente grande para dar a rigidez necessária ao dente. Seu valor varia de 35° para madeiras macias a 65° para madeiras duras (Rocha, 2001). Abreu, (2005), sugere que este ângulo não deve ser inferior a 40° e que para madeira dura pode ser próximo de 50°; para madeira muito mole, este valor poderá atingir até 35°.

### **3.5.7. Ângulo de ataque ( $\gamma$ )**

Este ângulo também é chamado de “ângulo de gancho”, ou mesmo de “saída de cavaco”, e determina a capacidade de corte da lâmina. Este ângulo é da maior importância para a aptidão do corte e pode ter efeito decisivo sobre a capacidade de produção. Para Weissenstein (1997), quando se considera a qualidade no acabamento de serragem da madeira, deve-se exigir um critério muito exacto em relação ao ângulo de ataque. Deve ser adaptado ao tipo de madeira, velocidade de corte, tipo do dente (travado ou recalcado) e formato do dente. Quando este ângulo é muito pequeno, a serra não corta, e sim repele a madeira, fazendo com que a lâmina retroceda no volante.

Se for muito grande, os dentes penetram na madeira, dificultando o corte, fazendo com que a lâmina deslize no volante. Seu valor deve estar entre 5°, para madeiras duras, e 35°, para madeiras macias (Rocha, 2001).

Pepino (2001), afirma que, de modo geral, para se conseguir uma boa qualidade de corte, o ângulo de ataque deve estar compreendido entre 20 e 35°. Sandvik, (1999) recomenda para madeiras de coníferas e madeira de maiores diâmetros o uso de 25 a 30° para serras recalcadas e estilizadas e 10 a 15° para lâminas que possuem dentes travados. Para madeiras de folhosas, recomenda-se o ângulo entre 15 e 25° para lâminas recalcadas ou estilizadas e um ângulo um pouco menor em lâminas travadas. Hernández, (1998), mencionou que este ângulo não deve ser inferior a 12°. O mesmo autor afirmou ainda que o ângulo de corte é seleccionado para proporcionar um bom poder de corte. Um ângulo de corte de maior valor permite um corte mais eficiente, mas, ao mesmo tempo, reduz a estabilidade do dente.

### **3.5.8. Garganta do dente**

Segundo Taylor (2005), a garganta do dente é o espaço existente entre dois dentes sucessivos, utilizado para alojar a serragem produzida durante o corte, e em um segundo momento, removê-la para fora da região do corte. A garganta do dente deve ter uma área suficientemente grande para armazenar a serradura retirada pelo dente durante o corte da madeira. Segundo Leão, (1998), a profundidade da garganta está directamente relacionada com o tipo de madeira que está sendo serrada, sendo maior para a serragem de madeira de baixa e média densidade (algo em torno de 14 a 16 mm) e menor para madeira de alta densidade (algo em torno de 12 mm).

Pepino (2001), afirmou que, quando o dente penetrar na madeira, a serradura obtida deverá alojar-se no corpo da lâmina, até que possa ser livremente evacuada. A garganta do dente deve ter uma área suficiente para armazenar o pó de serra produzido, até poder evacuá-lo na saída do corte.

### **3.6. Velocidade de avanço**

A velocidade de avanço é a velocidade de deslocamento do carro porta toros em direcção à lâmina de serra de fita. É medida em metros por minuto (Vital, 2008). Esta variável é muito importante quando se considera a produtividade numa serração. A velocidade de avanço é reduzida quando a madeira apresenta defeitos, como nós, ou, ainda, quando a lâmina apresenta algum problema de manutenção. A velocidade de avanço em serras de fita pode ser definida pelo operador do equipamento, ou mesmo padronizada, em função do tamanho do

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel bloco a ser serrado. Quando definida pelo operador, deve receber um treinamento específico, no intuito de evitar perdas na qualidade do corte ou, ainda, evitar acidentes (Carmo, 2004).

A velocidade de avanço deverá ser sempre inferior ao valor limite de armazenamento de cavaco permitido pela garganta do dente. Em madeiras densas, a lâmina atinge seus limites mecânicos bem antes que a garganta do dente seja preenchida pela serradura. Tensão de montagem, quanto mais tencionada no volante, maior será a velocidade de avanço. A tensão de montagem depende da resistência mecânica da lâmina, diâmetro dos volantes, (Chitará, 2003).

### **3.6.1. Avanço por dente**

Bonduelle (2001), defini o avanço por dente como o passo das marcas deixadas na madeira. É o factor que vai determinar o estado da superfície. Quanto menor o avanço por dente, melhor será o acabamento, porém maior será o desgaste da ferramenta. Sempre existe essa correlação entre qualidade e rapidez do desgaste dos gumes. A “rugosidade” do estado de superfície é definida pelo avanço por dente, caracterizado por  $\alpha$  (ângulo do dente). Essa grandeza é, na maioria das vezes, visível nas superfícies serradas. O avanço por dente deve se situar entre 0,5 e 1,5 mm, para que esteja localizado na zona de bom corte (Senai, 2007). O mesmo autor relata ainda que estudos de laboratório demonstram que, quanto maior for a espessura de cavaco na faixa indicada (0,5 a 1,5), melhor será a sua evacuação.

### **3.6.2. Esforços do corte**

Para Gonçalves (2000), quando a velocidade de avanço é baixa, a força de corte tende a ser maior que o esperado. Isso pode ser explicado pela fricção da aresta de corte com a madeira, pois os dentes passam mais vezes na região de corte para retirar a mesma quantidade de material. Com altas velocidades de avanço erroneamente empregadas, aumentam-se as forças de corte devido ao preenchimento da garganta dos dentes e à fricção da serragem entre a lâmina e a madeira. O mesmo autor reforçou que o esforço de corte é mais elevado quando se corta a madeira seca, sendo menor para madeira verde.

Com relação à densidade da madeira, o esforço de corte em madeiras muito densas pode chegar a ser cinco vezes maior, quando comparado à madeira macia. Gonçalves (2000) relatou que o corte perpendicular às fibras requer maior energia em comparação com o corte ao longo das fibras, isto é, as forças de corte tendem a ser maiores no corte perpendicular. O estado de afiação do dente também influencia a força de corte, uma vez que um bom acabamento no dente diminui tais forças.

O avanço por dente também influencia a força do corte, pois nas espessuras entre 0,2 e 2,8 mm gera-se um esforço de corte maior; acima de 2,8 mm, as forças de corte são bastante aumentadas. Isso é explicado por modificações das condições de serragem, assim como pelo preenchimento da garganta do dente com serradura. O ângulo de incidência também exerce influência sobre o esforço do corte; quanto maior o ângulo de saída, menor será o esforço do corte; e, quando muito pequeno (inferior a 2°), pode causar atrito do dente com a madeira (Juízo *et al.* 2015).

### **3.6.3. Manutenção**

A manutenção é outro factor que influencia significativamente no rendimento e qualidade da madeira serrada. 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.

Equipamento bem cuidado pela manutenção preventiva apresenta menor variação na serragem, de modo que as peças de madeira produzidas necessitam menores sobre-medidas, o que aumenta o rendimento, A manutenção inclui o equipamento e as lâminas de serra, sendo que o trabalho realizado na sala de afiação influencia directamente na variação de serração, conseqüentemente, no rendimento. As serras de fita necessitam para seu bom funcionamento de adequadas tensões internas e tensões de tracção, (Ponce, 1992).



### **3.2. Clima**

O clima do distrito é tropical seco, no interior e húmido no litoral com temperaturas médias mensais entre 17 e 28° C, e uma precipitação distribuída irregularmente entre os meses de Novembro a Março com um total anual que varia entre os 400 e 950mm. (MAE, 2005).

A precipitação média anual esta compreendida entre os 800 e 1000 mm, podendo localmente ultrapassar este valor tornando se clima sub-húmido e evapotranspiração potencial é geralmente superior a 1550 mm, (MAE, 2005).

### **3.3. Geologia e solos**

Segundo MAE, (2005), o distrito de Mandlakazi tem uma altitude média inferior a 100 metros, podendo se encontrar no extremo norte concretamente no posto administrativo de Macuacua com solos arenosos amarelados brancos muito profundos e fundos e vertentes do vale do rio Changana com terraços rochosos e outros de aluvião pouco espesso, com solos de coluviões argilosos de Mananga com cobertura arenosa de espessura variável.

### **3.4. Floresta e fauna**

Segundo MAE, (2005), a maior parte do distrito possui manchas isoladas de matagal baixo no interior e florestas alta densa, baixa e medianamente densa no extremo norte (Macuacua) junto ao distrito de Chibuto sendo uma das principais áreas florestais (floresta de Simbirre) da província de Gaza. A vegetação faz parte da savana decídua de miombo, caracterizada por duas espécies nomeadamente *Tamba*, *Tzontzo*. A nível do distrito não existem muitos animais de grande porte, devido à fraca cobertura vegetal, contudo podem-se encontrar Elefantes, Hipopótamos, Chipenes, Lebres, Zebras, Facóceros, Cabritos do mato, Répteis e Aves (MAE, 2005).

### **3.5. Caracterização da empresa**

A empresa serração e carpintaria Fuel é uma empresa Moçambicana, privada, que actua em vários sectores de actividades e tem-se dedicado tradicionalmente na exploração florestal, numa área de 1200 hectares, a concessão florestal Fuel, situa-se a norte do distrito de Mandlakazi, na zona de Memo, localidade de Chilatanhane, no posto administrativo de Macuacua, no distrito de Manjacaze. A serração dispõe de uma carpintaria, cuja sua Maquina principal é uma serra fita horizontal de marca Manzer. Destina-se principalmente a produção de parquet, portas, caixilharias e carteiras escolares. São processados três tipos de espécies,

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel Mecrusse, Umbila e Jambirre, sendo as duas últimas adquiridas nas zonas centro e norte de Moçambique e a primeira, a mais utilizada, adquirida localmente.

A serração processa menos de 50 m<sup>3</sup> de toras por dia. Segundo (Egas, 2002), esta é classificada como de pequeno porte. A serração possui apenas uma linha de produção de madeira serrada, na qual trabalham três operários.

O principal instrumento de corte é uma serra fita horizontal, móvel e automática, com polias de 50 cm de diâmetro. Os parâmetros de geometria são: passo 2,2 cm, altura do dente de 0,5 cm, largura e comprimento de 3.2 e 400 cm, respectivamente. A velocidade de corte é de 2930 rpm e potência de 11.5 hp. A figura abaixo, ilustra o Layout da Serração.

### 3.6. Materiais

Para a colecta de dados foram utilizados diversos materiais como ilustra a tabela 1 abaixo.

**Tabela 1:** Materiais usados na colecta de dados

<b>Materials</b>	<b>Utilidade</b>
Fita-métrica	Para medição de comprimento dos toros e largura das peças
Suta	Instrumento que foi usado para a medição dos diâmetros dos toros
Paquímetro	Instrumento que foi usado para medição da espessura das tábuas
Giz de cores	Para marcar os toros seleccionados
Régua	Para medição da altura e o compasso do dente da serra
Transferidor	Que foi usado na medição dos ângulos dos dentes
Serrafita	Usado na serragem de toros
Relógio da trava	Para medir o nível de travagem dos dentes da serra

### 3.7. Método de colecta de dados

Para colecta de dados foram seleccionados aleatoriamente 45 toros de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse), onde os toros foram agrupados em três classes diamétricas, com a finalidade de aferir e comparar peças provenientes de cada classe diamétrica, as mesmas compreendiam entre 20 a 35cm, e em cada classe diamétricas teve 15 toros, o intervalo de classe diamétricas correspondeu de (20-25; 25-30; 30-35 cm) de diâmetro. De seguida foi feita a cubicagem dos toros seleccionados no pátio para a obtenção do volume dos toros usando a fórmula de SOQUERES, Valdemiro Alberino

Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel smallian, onde foram tomadas as medidas dos diâmetros da base (db) e do topo (dt) de cada secção transversal do toro com auxílio de uma suta, e em seguida foram medidos os seus comprimentos com uma fita métrica.

E posteriormente, cada toro recebeu uma numeração e a classe diamétrica foi marcada com um giz de cores para diferenciar toros provenientes de cada classe dimétrica, facilitando assim o seu controlo no rastreamento desde o pátio de toro até no final da linha de produção da última peça. Os agrupamentos das classes diamétricas, o número de toros, o comprimento médio e o diâmetro médio, estão ilustrados na tabela 2.

**Tabela 2:** Número de toros seleccionados por classe.

<b>Numero</b>	<b>Classe diamétrica(cm)</b>	<b>Nº de toros Seleccionados</b>	<b>Comprimento médio (m)</b>	<b>Diametro médio (cm)</b>
<b>1</b>	20---25	15	4.252	22.2
<b>2</b>	25.1---30	15	4.03	24
<b>3</b>	30.1----35	15	3.718	25.5
<b>Total</b>		45		

### 3.9. Analise dos dados

A análise dos dados foi feita com o programa "Microsoft office excel" 2013 para os cálculos dos volumes dos toros e da madeira serrada, bem como para avaliar a diferença estatística dos desvios de corte que causam a variação. Calculou-se a média da espessura, correspondente aos dois lados de cada tábua, gerando, portanto, quatro dados de espessura média de cada tábua. Os valores de velocidade de avanço e desvio total de corte foram analisados separadamente, em relação à média da espessura obtida em todas as peças serradas para cada classe. Paralelamente, foi também analisado o desvio obtido em relação à dimensão da espessura desejada pela empresa (30 mm). O desvio de corte absoluto, em percentagem, foi calculado a partir dos desvios absolutos das espessuras médias de corte. Todos os parâmetros mensurados estão ilustrados as suas fórmulas e passos seguidos.

### 3.8. Volume dos toros

Com ajuda da fita métrica e suta mediu-se o comprimento e os diâmetros da base e do topo respectivamente sendo que o volume do toro foi determinado pela fórmula (1), (Campos,

$$2014). V = \frac{g1 + g2}{2} * l = \frac{\pi/4 * (d_1^2 + d_2^2)}{2} * l$$

Fórmula [1]

Onde:

V – Volume de toro m<sup>3</sup>

g– Secção transversal

l – Comprimento do toro (m)

d<sub>1</sub><sup>2</sup> – Diâmetro da base e do topo (m)

π = 3,1416

### 3.8.1. Serragem de toros

Depois da obtenção do volume dos toros, os toros foram submetidos à serragem para o processamento, onde o sistema de serragem empregado foi do tipo tangencial (sucessivo), em que os toros sofrem cortes paralelos uns aos outros, resultando em várias peças com faces planas. Durante a serragem foi cronometrado o tempo em que leva um toro a ser processado, usando um cronómetro, desde a sua fixação no carro porta-toros até a produção da última peça, para permitir o cálculo da velocidade de corte. Após o processamento dos toros, usando uma fita métrica mediu-se as seguintes variáveis: comprimento e largura, (4 medições feitas ao longo da tábua, sendo duas nas extremidades e duas no centro da mesma). E de seguida com o paquímetro electrónico foram tomadas 8 medições de espessura sendo 4 para cada lado da tábua (2 no centro e 2 nas extremidades de cada peça), com os dados da espessura calculou-se os desvios médios de corte e a variação entre e dentro das tábuas.

### 3. 8.2. Determinação do volume de madeira serrada

Para obtenção do volume das peças, fez se a multiplicação da espessura, largura e comprimento, para se obter o volume individual de cada peça, e para o volume total fez-se o somatório dos volumes individuais. Como ilustram as formulas 2 e 3:

$$Vp = E * L * C$$

Formula

[2]

Onde:

Vp: Volume da peça (m<sup>3</sup>);

E: Espessura média da peça (m);

L: Largura média da peça (m);

C: Comprimento da peça (m);

$$VMS = \sum Vp \quad \text{Formula}$$

[3]

Onde:

VMS: Volume da madeira serrada de toro;

$\sum vp$ : Somatório do volume das peças em (m)

### 3.8.3. Determinação do rendimento da madeira serrada

Após a obtenção do volume em madeira serrada, determinou-se a percentagem de aproveitamento correspondente a cada toro processado, dado pela relação entre o volume de madeira serrada produzido e o volume do toro antes da serragem, expresso em percentagem, como ilustra a fórmula (4):

$$R\%(toro) = \left( \frac{V_{si}}{V_{ti}} \right) * 100 \quad \text{Formula}$$

[4]

Onde:

**R (%)**: Rendimento em madeira serrada do toro em (%);

**V<sub>si</sub>**: volume de madeira serrada de toro (m<sup>3</sup>); **V<sub>ti</sub>**: volume do toro i (m<sup>3</sup>).

### 3. 8.4. Média da espessura

O cálculo da média da espessura foi feito usando a fórmula (5):

$$\bar{X} = \frac{X_{ij}}{n} \quad \text{Formula}$$

[5]

Onde:

$\bar{X}$  = Média total (mm)

$X_{ij}$  = Valores de espessura medidos ao longo da tábua

N = Número total de medições

### 3. 8.6. Desvio padrão entre e dentro das pranchas

Com base na metodologia sugerida por Williston (1979), os cálculos dos desvios, permitem avaliar as variações na serragem; eles fazem uma inferência a espessura média de corte, desvio-padrão entre tábuas e desvio-padrão dentro das tábuas.

Para determinação dos desvios de corte dentro e entre pranchas, foram utilizadas as formulas (6 e 7):

$$S_w = \frac{\bar{R}_w}{d_2} \quad \& \quad S_b = \frac{\bar{R}_b}{d_2} \quad \text{Formula [6}$$

e 7]

Onde;

$S_w$  = Desvio-padrão dentro das tábuas;

$S_b$  = Desvio-padrão entre tábuas;

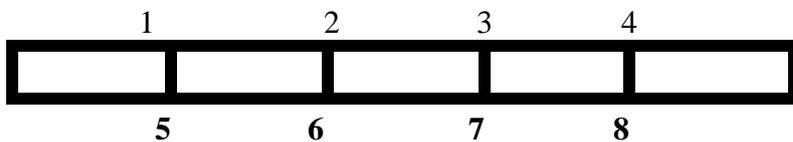
$R_w$  = Média da diferença da maior para a menor espessura de corte do conjunto de tábuas de cada toro presente na amostra;

$R_b$  = média da diferença da maior para a menor espessura de corte média de corte do conjunto de tábuas de cada toro presente na amostra; e

$d_2$  = valor tabelado em função no número de tábua

### 3. 8.7. Variação de serragem

Determinou-se a variação de serragem em termos de espessura dentro e entre peças, tendo-se em consideração as medidas da espessura tomadas em cada peça. Portanto, fez-se medições em quatro pontos, em cada lado da tábua, o correspondente a oito pontos, tirados nos dois lados da tábua, conforme ilustrado na Figura 2.



**Figura 2:** Pontos de medição de espessura na madeira serrada.

Com esses dados, calculou-se a média de espessura de cada lado da tábua retirada, em cada toro, tendo em conta a média das variâncias em espessura, utilizando-se as fórmulas 8, 9 e 10 abaixo indicadas:

### ✓ Variância dentro das tábuas

Corresponde as diversas variações existentes dentro da mesma tábua. Para o seu cálculo utilizou-se a fórmula (8):

$$S_w = \sqrt{\frac{\sum S^2}{N}} \quad \text{Formula}$$

[8]

Onde:

$S_w$  = Variabilidade dentro da prancha;

$S^2$  = Média das variâncias de todas as pranchas;

$N$  = Número de amostras (pranchas).

### ✓ Variância entre as tábuas

A variância entre as tábuas corresponde a diferentes medidas variáveis em termo de espessura que ocorrem entre as diferentes tábuas. Este cálculo foi feito mediante a fórmula (9):

$$S_b = \sqrt{\left(S_x^2\right) - \frac{S_w^2}{n}} \quad \text{Formula}$$

[9]

Onde:

$S_b$  = Variabilidade entre pranchas;

$S_x^2$  = Desvio padrão dos valores médios para cada prancha;

$N$  = Número de medições por peça.

### ✓ Variância total

Fez-se o cálculo da variação de serragem pela raiz quadrada do Total da variação de serragem entre tábuas e da variação de serragem dentro de cada tábua, (Williston, 1979). Segundo a fórmula (10):

$$ST = \sqrt{(S_w)^2 + (S_b)^2} \quad \text{Formula}$$

[10]

Onde:  $ST$  = variabilidade total.

Fez-se o cálculo da variação de serragem dentro da mesma tábua e entre tábuas diferentes obtidas dentro do mesmo toro, para aferir o grau de uniformidade nas suas dimensões.

### 3.8.8. Factores que determinam a variação de Serragem

Para analisar os factores que determinam a ocorrência de variação em termos de espessura, foram determinadas os seguintes parâmetros:

#### 3.8.8.1. Velocidades de serragem

Na determinação da velocidade de avanço, se teve em conta o comprimento da tábua e o tempo gasto para processar uma tábua, usando a fórmula (11) abaixo representada:

$$Va = \frac{C}{t} (m / \text{min}) \quad \text{Formula}$$

[11]

Onde:

C = Comprimento da tábua

t = Tempo de processamento de cada tábua

#### 3.8.8.2. Velocidade de corte

Para se calcular a velocidade de corte foi utilizada a fórmula (12):

$$Vc = \frac{\pi * Dv * RPM}{60} (m / \text{seg}) \quad \text{Formula}$$

[12]

Onde:

Vc = Velocidade de corte [m/s]

Dv = Diâmetro dos volantes [m]

Rpm = número de revoluções por minuto do volante motor [rpm]

$\pi = 3.14$

#### 3.8.8.3. Espessura de corte

Para determinar a espessura de corte foi utilizada a fórmula (13):

$$Ec = \frac{Va * p}{60 * Vc} (mm)$$

Formula

[13]

Onde:

Ec = Espessura de corte (m/seg)

Va = Velocidade de avanço (m/seg)

Vc = Velocidade de corte (m/seg)

P = Passo do dente (mm)

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Rendimento Médio

Os resultados que caracterizam o rendimento médio da madeira serrada de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) das três classes diamétricas estão apresentados na tabela 3.

**Tabela 3:** Rendimento médio da madeira serrada

Classes diamétricas (Cm)	Número de toros	Rendimento %
Classe (20-25)	15	56.6
Classe (25.1-30)	15	59.53
Classe (30.1-35)	15	65.41
<b>R. Médio</b>		<b>60.51</b>

O rendimento para cada classe diamétrica tende a mostrar-se superiores com as classes, podendo observar que a 1ª classe apresentou um rendimento menor de (56.6%) e o maior foi verificada na 3ª classe (65.41%).

Essa situação incentiva não só a serragem de toros com diâmetros superiores para se obter rendimentos elevados, mas sobre tudo a necessidade de uma serragem cuidadosa de toros de diâmetros inferiores com vista a elevar o seu rendimento. Egas (1998), demonstrou que um dos factores que pode contribuir para elevar o rendimento volumétrico é uma serragem cuidadosa de toros de pequenos diâmetros. Conforme sugerido por Rocha (2007) e Vital (2008), que aponta, percentagens variadas entre 45% e 55%.

A tabela 3, mostra que neste estudo foram obtidos valores de rendimento volumétrico médio acima dos propostos por diversos autores, apesar de a espécie ser uma folhosa, indicando de certa forma um elevado nível de aproveitamento nesta serração. Tal situação deve-se em particular ao facto de os toros apresentarem pouca tortuosidade, pois ao serrar toros com tortuosidade acentuada perdem-se grandes quantidades de madeira em forma de costeiros na serra principal.

O rendimento médio (60.51) foi também superior ao obtido por Juízo *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), na serra fita, em que

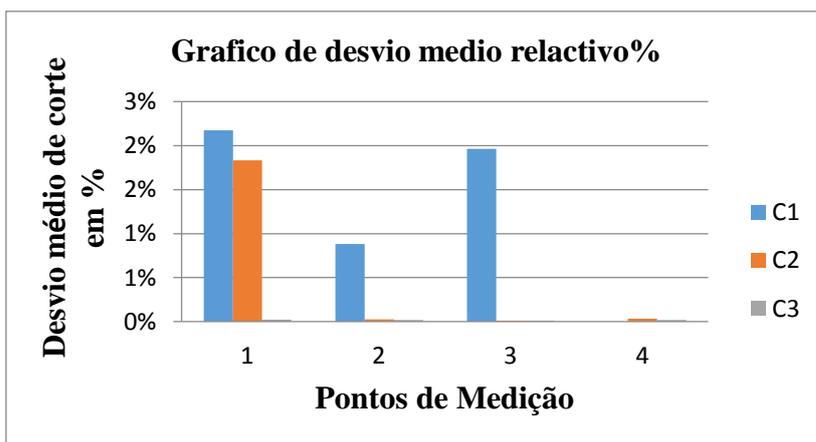
Análise da variação de serragem de *Androstachys johnsonii* (Mecrusse) na Serra fita Horizontal na serração e carpintaria Fuel obtiveram o rendimento em madeira serrada de 48.69% e 54.48% em uma serração da empresa Inchope Madeiras localizada na Província de Manica, cidade de Chimoio.

De acordo com os resultados, verifica-se ainda que o rendimento obtidos neste trabalho foram superiores aos rendimentos médio de 49.73% a 57.20% encontrado por Biasi (2005), ao processar madeira de *Mezilaurus itauba* (itaúba) e *Couratari guianensis* (tauari), também superiores ao obtido por Biasi & Rocha (2007), ao processar madeira de *M. Itauba* (itaúba) que obtiveram um rendimento medio de 53.90% e por *Ângelo et al. (2004)* ao processar madeira de *Dinizia excelsa Ducke* (angelim vermelho) que obtiveram um rendimento médio 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%.

#### **4.2. Desvio de corte**

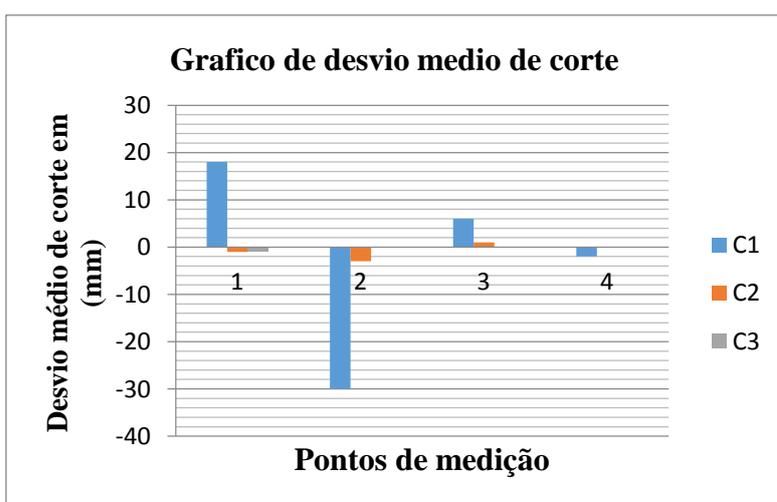
O desvio-padrão é considerado uma medida que melhora a interpretação de um determinado dado e representa a média dos desvios absolutos que todos os valores amostrais possuem ao redor da média. Deseja-se, então, um menor desvio-padrão.

O desvio de corte em percentagem apresentado neste trabalho foi calculado a partir dos valores absolutos das espessuras médias de corte. Estes desvios de corte são em relação à espessura-meta de corte (30mm). Na figura 4 ilustrada abaixo, observa-se que o menor e o maior desvio-padrão de corte foram obtidos na 1ª classe, observando-se, o ponto 1 da primeira classe com uma média da espessura de 2% e o ponto 4 não foi observado nenhum desvio tendo 0%. Os dados mostram-se inferiores, quando Comparados com os obtidos por *Vidaurre at all, (2006)*, ao estudar o efeito dos parâmetros do dente da serra de fita na qualidade e produtividade da madeira serrada de eucalipto, onde obteve um desvio padrão médio relativo de 10.3%



**Figura 3:** Desvio médio relativo, em percentagem na espessura das tábuas, por classes em cada ponto de medição.

Os desvios de corte acima dos valores propostos para a espessura desejada de corte ocorreram apenas nos pontos 1 (+ 0,18) e 2 (+ 0,03 e + 0,02). Observou-se então que a maior causa destes acréscimos foi a má observância do operador na definição da espessura no momento da serragem, assim sendo as tábuas apresentaram desvios acima da espessura-meta de corte (30 mm). Os pontos 1,2, e 4 apresentaram o desvio de corte abaixo da espessura-meta; sendo que o menor desvio de corte (mm) em relação à espessura desejada de corte ocorreu no primeiro e segundo (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup>) ponto respectivamente, isto devido a alguns desalinhamentos do carro porta toros, a utilização de diâmetros menores e com alguma tortuosidade. Vidaure (2006), estudando os efeitos dos parâmetros dos dentes da serra de fita na qualidade e produtividade da madeira serrada de Eucalipto, obteve resultados equiparados nas duas classes, tendo observado valores a cima, com valores de +0,50 e inferior de -14 em relação a espessura meta de 31,5mm.



**Figura 4:** Desvio médio de corte por classe

C = Classes diamétricas

Em todos as combinações propostas neste estudo, Observa-se que houve uma mesma tendência para todas as classes. Observou-se ainda desvios de espessura abaixo da espessura meta nos pontos de medição localizados nas extremidades das tábuas. Esse fato demonstrou que tais tábuas pertenceriam a uma classe inferior de espessura no processo de classificação da madeira.

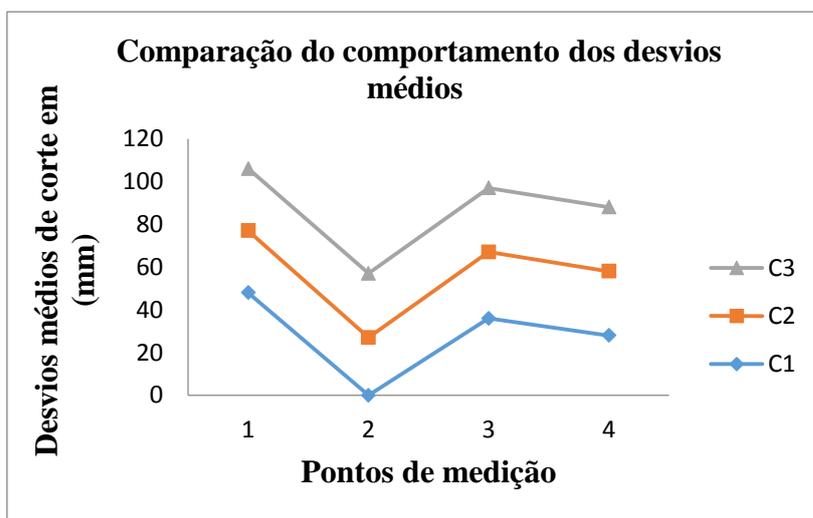


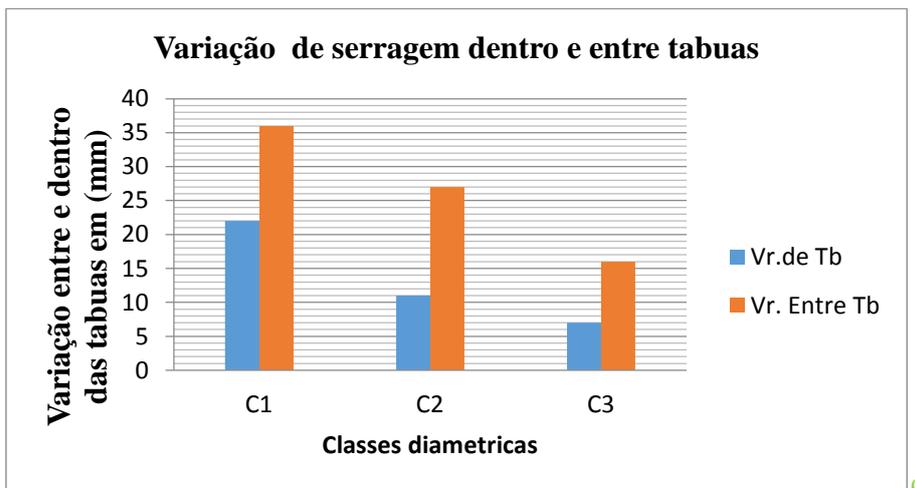
Figura 5: Desvio médio de corte por classe e ponto de medição.

#### 4.2. Variação da serragem

A figura 7 abaixo ilustrada, mostra os resultados da variação de serragem entre e dentro das tábuas, em (mm) para as três classes diamétricas estudadas. Os resultados da figura 6 ilustram que a classe 1 apresentou maior variação de serragem em termos de espessura dentro e entre as tábuas produzidas em relação a 2ª e 3ª classe respectivamente.

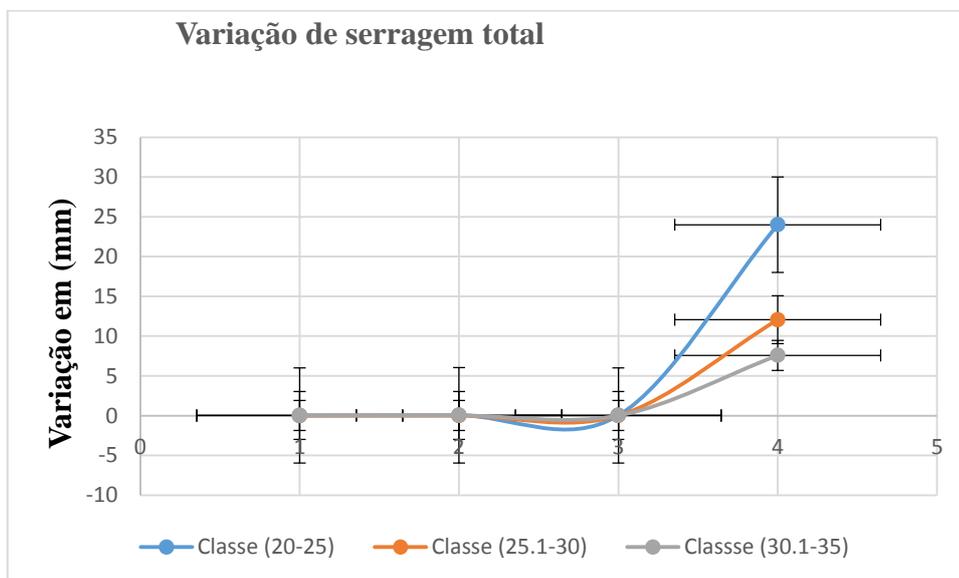
Esta situação foi verificada na obtenção dos toros com menor diâmetro o que confirma a afirmação de *Steele et al, (1992)*, segundo os quais toros que não estejam suficientemente firmes na plataforma de serragem produzem elevada variação nas dimensões entre tábuas produzidas.

Porem estes resultados apontam para melhor performance em termos de rendimento para a 3ª classe concordando assim com *Ponce (1992)* segundo o qual a variação dimensional das peças serradas tende a se verificar ótima para classes de maior diâmetro. Estes resultados mostraram-se maiores quando comparado com os de *Juízo at all 2014* estudando a variação do rendimento em madeira serrada de *Eucalipto* para dois modelos de Serragem numa serração portátil, ao comparar a variação dentro e entre as tábuas de duas espécies (*E. cloeziana* e *E. saligna*), com um intervalo de classes diamétricas de (30-39.5 cm). O *Eucalipto saligna* obteve maior variação (2.91mm) em relação ao *eucalipto cloeziana* (2,00 mm).



**Figura 6:** Variação da serragem por classes diamétricas

O gráfico 8 a seguir, ilustra a relação entre as classes diamétricas e a variação em (mm), onde pode se observar que a 3ª classe apresentou menor variação comparativamente com a 1ª e 2ª Classe.



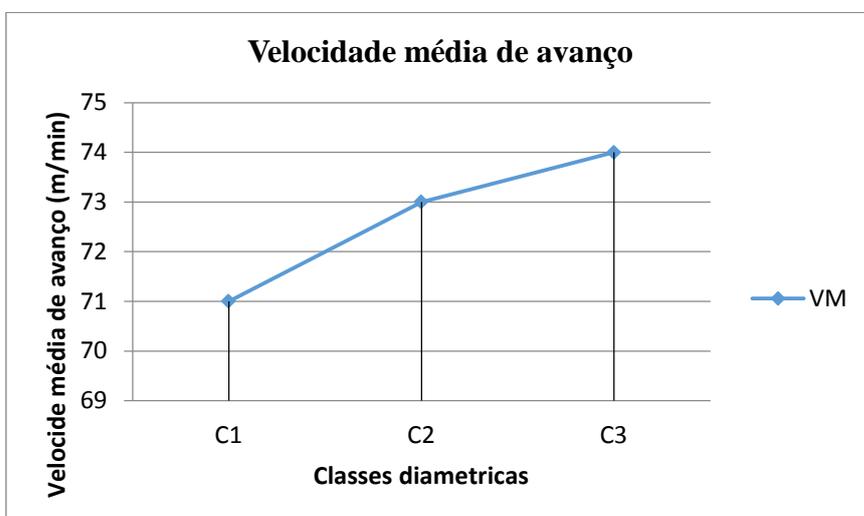
**Figura 7:** Gráfico de variação de serragem

#### 4.3. Velocidade de avanço

O gráfico 9 abaixo indicado, mostra os resultados da velocidade de avanço que a serra fita obteve durante a serragem das pranchas.

De acordo com os resultados, observou-se que a 3ª classe teve maior velocidade de avanço, com cerca de 74.1 (m/min) diferentemente das duas classes que tiveram um avanço reduzido isto deu-se ao facto da 1ª e 2ª classe apresentarem defeitos físicos da madeira.

Os resultados da velocidade média de avanço (73.17 m/min), mostram-se superiores em relação aos encontrados por Vidaurre (2006), ao estudar o efeito dos parâmetros do dente da serra de fita na qualidade e produtividade da madeira serrada de eucalipto, onde obteve uma velocidade de avanço média de 59,64 m/min. Isto deve-se ao facto de madeiras densas a lâmina atinge seus limites mecânicos bem antes que a garganta do dente seja preenchida pela serragem. O gráfico 3 abaixo indicado, ilustra ao comportamento da velocidade de avanço nas três classes diamétricas. Podemos observar que há uma diferença significativa em termos de velocidade de avanço para as três classes, sendo a 3ª Classe com maior velocidade de avanço.



**Figura 8:** Gráfico da velocidade de avanço médio por classe dimétrica

#### 4.4. Factores que influenciaram na variação de serragem

Os principais factores que contribuíram para a Variação da serragem foram:

O desgaste das serras; manutenção inadequada das serras, Ma fixação dos toros no carro porta toro e o uso de diâmetros menores e com tortuosidade.

**Tabela 4:** Factores que influenciaram na variação da serragem

	Factores	Níveis óptimos
Velocidade de corte	42 m/s	40 a 46 m/seg
Ângulo de Ataque (ou gancho)	28°	20° a 35°
Ângulo de Incidência (ou livre)	15°	5° a 15°
Ângulo de Corte (ou cunha)	55°	40° a 65°
Compasso do dente	2.5mm	2 a 5 mm
Passo do dente	37mm	35 a 40mm
VLM de avanço	73.17	50 a 120m/seg

#### 4.4.1. Velocidade de corte

Em relação a velocidade de corte encontrada (42 m/s) pode ser considerada razoável segundo (Sales 2001), pois a espécie serrada é medianamente dura. Este resultado é considerado maior quando comparado com o resultado encontrado por Alessandro Santini (2000) ao fazer um estudo do processo dos parâmetros de corte na serragem da madeira por serra de fita onde obteve uma velocidade de corte de 25,5 m/s na serragem de pinus.

#### 4.4.2. Ângulo de ataque

O valor do ângulo de ataque influenciou a classificação do avanço por dente; o maior valor (30°) gerou melhores resultados na madeira serrada, em concordância com Senai (s.d.). Na medida do possível, é viável trabalhar com ângulo de ataque sempre maior. Confirma-se que maiores ângulos de ataque proporcionam maior velocidade de avanço. Sandvik (1999) e Pipino (2001) sugerem limites, respectivamente, de 25° a 30° e 12° a 25° para obtenção de zonas de bom corte. Para Pipino (2001), os valores dos ângulos de ataque utilizados nesta pesquisa (22° e 30°) mostraram-se estar na zona de bom corte.

#### 4.4.3. Passo do dente

Após a medição do passo dos dentes num universo de 118 dentes obteve-se um passo do dente de 37mm. Este valor considera-se ideal para espécies de maior densidade, segundo (Latorraca, 2004). Um passo grande demais aumenta o esforço sobre cada dente, gastando-se rapidamente o gume da lâmina; um passo pequeno produz uma superfície serrada mais regular, porém exige maior consumo de energia (Rocha, 2001). Um passo pequeno implica necessariamente um fundo de dente pequeno e restringe o avanço da madeira a serrar, o que pode influenciar no desgaste do próprio equipamento além de geração de maior serradura influenciando significativamente no rendimento da madeira serrada.

#### **4.4.4. Manutenção do Charion**

O Charion uma peça chave para toda serração que pretende produzir peças de madeira com qualidade. O mesmo não influenciou significativamente na variação de serragem das pranchas.

#### **4.4.5. Manutenção das Serras**

##### **✓ Nivelamento**

O nivelamento foi efectuado para evitar eventuais saliências e pequenas imperfeições causadas à lâmina no decorrer da serragem. À medida que detectava-se alguma irregularidade na espessura da lâmina, corrigia-se as distorções com um martelo. Isso foi efectuado ao longo do comprimento da lâmina de serra.

##### **✓ Tensionamento**

Esta etapa de tensionamento consistiu em diminuir a espessura da parte central do corpo da serra, com a intenção de induzir um estado de tensão residual e permitir que a lâmina possua um dorso convexo. O tensionamento das lâminas foi realizado em uma Máquina alternativa de roletes. O início do tensionamento foi feito com maior pressão na parte central da lâmina, seguido de menor pressão nas laterais.

##### **✓ Afição**

A afiação dos dentes foi feita numa máquina afiadora dotada de rebolo, 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.

## **V. CONCLUSÃO**

A partir dos resultados obtidos deste estudo conclui-se que:

Os rendimentos tendem a mostrar-se superiores com o acréscimo das classes, podendo observar que a 1ª classe apresentou um rendimento menor de (56.6091%) e o maior foi verificada na 3ª classe (60.4188%). Situação semelhante observou-se nos resultados de desvio de corte onde foram obtidos valores de desvio de corte inferiores na 1ª e 2ª classe respectivamente, e um desvio médio total de 5.5 (mm). Este factor foi influenciado pelo tamanho dos diâmetro da terceira classe, que na sua maioria mostraram-se maiores e com um fuste sanitariamente bom.

Conclui-se ainda que em termos de variação de serragem a 1ª classe, apresentou maior variação de serragem entre tábuas produzidas em relação a 2ª e 3ª Classe respectivamente. E a variação dentro das peças para as três classes foi consideravelmente diferente, porem estes resultados apontam para melhor performance em termos de variação para a 3ª classe, isto pode ser explicado devido aos frequentes desalinhamentos na colocação do toros e vibração no processo de serragem para obtenção das tábuas pertencentes a primeira e segunda classe.

Os principais factores que contribuíram para a Variação da serragem foram a desgaste das serras, manutenção inadequada das serras, Ma fixação dos toros no carro porta toro e o uso de diâmetros menores e com tortuosidade.

De um modo geral a empresa Serração e carpintaria Fuel, apresentou um nível de variação de serragem aceitável e um óptimo desvio de corte dentro e entre as tábuas.

## **VI. RECOMENDAÇÕES**

Recomenda-se uma fixação correcta das correias para que a serra não desloque do seu estado normal.

Foi possível notar o fraco domínio do homem da manutenção das serras, neste sentido recomenda-se, a submete-lo a formação profissional para conhecimentos técnicos.

As lâminas são os instrumentos chaves para uma serração que tem objectivos de produzir lucros, neste sentido recomenda-se a constante manutenção das lâminas da serra.

Durante a pesquisa notou-se haver muitas paragens para acerto dos toros no caro porta toros, neste sentido recomenda-se a manutenção constante do caro porta toros para que os toros sentem com perfeição.

O rendimento volumétrico total depende também do desempenho do operador de cada serra. Para tal recomenda-se estudos sobre o desempenho de cada operador de forma a promover aqueles que apresentam melhor desempenho e assim melhorar a produção da serração.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abreu, F.A. (2005), *Eficiência operacional De Serra De Fita: Estudo De Caso Em Duas Serrarias No Município De Paragominas*, Pa. 30p.
2. Batista, D. C. (2006), *Avaliação Do Desempenho Operacional De Uma Serraria Através De Estudo De Tempo, Rendimento E Eficiência: Estudo De Caso Em Iraí- Rj*. 54 F.
3. Batista, D & Carvalho, A. M, (2007). **Avaliação Do Desempenho Operacional De Uma Serração Através Do Estudo Do Tempo, Rendimento E Eficiência**. Scientiaflorestalis. Piracicaba, N. 75, P 31-38.
4. Batista, D. C.; Euflosino, A. E. R. (2013). **Desempenho De Uma Serração De Eucalipto Em Rio Novo Do Sul**, Espírito Santo, Petrópolis.
5. Batista, D. C.; Silva, J.G.M.; Corteletti, R.B. (2013). *Desempenho De Uma Serração Com Base Na Eficiência E Na Amostragem Do Trabalho*. Floresta E A Ambiente, Rio De Janeiro.
6. Biasi, C. P. (2005). **Rendimento E Eficiência Nna Serragem De Três Espécies Tropicais**. Universidade Federal Do Paraná, Curitiba.
7. Biasi, C. P.; Rocha, M. P. (2007). *Rendimento Em Madeira Serrada E Quantificação De Resíduos Para Três Espécies Tropicais*. Floresta, Curitiba, V. 37, N. 1, P. 95-108
8. Biasi, C. P.; Rocha, M. P. (2007). *Rendimento Em Madeira Serrada E Quantificação De Resíduos Para Três Espécies Tropicais*. Curitiba, V. 37, P. 95-108.
9. Bonduelle, A. (2001), *Usinagem, Qualidade E Custo. Revista Da Madeira*, V. 61, P. 82-86.
10. Botin, A. A. (2011). *Influência Das Diferentes Alturas De Corte Na Qualidade Produtividade E Rendimento Da Madeira Serrada De Qualeasp. Na Região Norte Do Estado De Mato Grosso*. Universidade Federal De Mato Grosso, Sinop
11. Bunster, J, H. (1991), *Estudo De Rendimento Volumétrico Na Serração De Messica: Fao/ Def, Maputo*.
12. Carmo, J. F. (2004), *Influência Da Geometria Dos Dentes Das Lâminas De Serra Fita Na Qualidade E Produtividade Da Madeira Serrada*. Dissertação (Mestrado Em Ciências Ambientais E Florestais) – Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, Rj.
13. Carmo, J.F. (1999), *Utilização E Manutenção De Serra De Fita*. Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro. 72p
14. Carmo, J. F.; Latorraca, J. V. F.; Silva, C. R. P.; Poubel, D. S.; Silva, I. M. M.; Souza, W. N. (2012), **Avaliação Dos Parâmetros De Corte Na Qualidade Da Madeira Serrada**

- No Desdobro Do Cedrinho (*Erismia Uncinatum* Warm.).** Anais Do Vii Simpósio De Pós-Graduação Em Ciências Florestais Viçosa – Mg, 17 A 18 De Setembro De.
15. Chitará, S. (2003), *Instrumentos Para Promoção De Investimento Privado Na Indústria Florestal Moçambicana.* Minag, Dnffb, Maputo.
  16. Del Menezzi, C. H. S. E Nahuz, M. A. R. (1998), *Técnicas De Desdobro Utilizadas Ara Madeira De Eucalipto.*
  17. Del Menezzi, C. H. S. (1999) *Utilização De Um Modelo De Desdobro E Secagem Para A Produção De Madeira Serrada De *Eucalyptus Grandis* Hill Ex E *Eucalyptus Cloeziana* F. Muell.* Dissertação (Mestrado Em Recursos Florestais) – Escola Superior De Agricultura “Luis De Queiroz”, Piracicaba.
  18. Egas, A.F (1998), *Consideraciones Para El Incremento De La Eficiencia De La Convercion De La Madeira Em Rolo De *Pinnus Caribae* Var. *Caribae* Em Sierras De Banda:* Universidade De Pinar Del Rio. Pinar Del Rio.
  19. Eleotério, J. Lindolfo, Sidinei, J. L. (1996), *Caracterização De Peças De Madeira Produzidas Em Serraria Visando O Controle De Qualidade.* Ciência Florestal, V. 6, N. 1, P. 89-99,
  20. Eureka (2001), **Inquerito A Indústria Madeireira.** Mader. Maputo, 60 Pag.
  21. Fao (2002), **Commercial Timber Harvesting In Natural Forests Of Mozambique.** Forest, Rome.
  22. Fao (2003), **Asseradores Pequenos Y Medianos En Los Países En Desarrollo.** Guia Para Su Planificación Y Establecimiento. Roma. 173 Pag.
  23. Garcia, J. N. (1995), *Técnicas De Desdobro De Eucalipto.* Seminário Internacional De Utilização De Madeira De Eucalipto Para Serraria, São Paulo. Anais... São Paulo: Ipef/Ipt/Ufro/Esalq. P. 59-67.
  24. Gonçalves, M.T.T. (2000), *Processamento Da Madeira.* Bauru-Sp: Document Center Xerox – Usc, Livro Isbn 85.901425-1-5.
  25. Gonçalves, R; Hernandez, R. E. (1999) *Forças De Corte Ortogonal 90-0 Em Três Espécies De Madeira De Eucalipto.* Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental, V. 3, N. 2, P. 239-244.
  26. Gato, D. A. (2002), *Avaliação Quantitativa E Qualitativa Da Utilização Madeireira Na Região Da Quarta Colônia De Imigração Italiana Do Rio Grande Do Sul.* 130 F.
  27. Garcia Jn. (2003), **Técnicas De Desdobro De Eucalipto.** In: *Anais Do Seminário Internacional De Utilização Da Madeira De Eucalipto Para A Serraria;* São Paulo. São Paulo: Ipef; 1995. P. 59-67.

28. Hernández, R. (1998), *Curso De Especialização Sobre Transformação Mecânica De Madeira Serrada*. Piracicaba: Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz (Esalq-Usp).
29. Ipex (2003), *Estratégia Para O Desenvolvimento Das Exportações De Produtos Processados De Madeira De Moçambique*, Maputo.
30. Latorraca, J.V.F. (2004), *Processamento Mecânico Da Madeira*. Seropédica: Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro. 116p.
31. Leão, S. M; Naveiro, M. R. (1998), *Factores De Competitividade Da Indústria De Móveis De Madeira No Brasil*. In: Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 28p.
32. Lopes, M. C. (2000), *Estágio Supervisionado Em Engenharia Florestal. 47f. Relatório (Graduação Em Engenharia Florestal)* - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria.
33. Manhiça. A (2010), *Rendimento E Eficiência No Desdobro De Pinnus Sp Utilizando Modelos De Corte Numa Serraria De Pequeno Porte*, Curitiba
34. MAE (2005), *Ministério Da Administração Estatal, Direção Nacional Da Administração Local*
35. Menezzi CHS, Nahuz MAR. **Técnicas de desdobro utilizadas para madeira de eucalipto – uma revisão de literatura**. *Revista Árvore* 1998; 22(3): 415-428.
36. Murara Júnior, M. I. (2005), *Desdobro De Toras De Pinus Utilizando Diagramas De Corte Para Diferentes Classes Diamétricas*. Universidade Federal Do Paraná, Curitiba.
37. Néri, A. Gonçalves, R; Hernandez, R. E. (2000), *Forças De Corte Ortogonal 90-0 Em Três Espécies De Madeira De Eucalipto*. Campina Grande, Pb, V. 4, N. 2, P. 275-280.
38. Nogueira, M. (Org.). (2007), *Tecnologias Aplicadas Ao Sector Madeireiro*. Jerónimo Monteiro: Suprema. P. 209-270
39. Pepino, N.O. (2001), *Madeira Serrada Pode Ter Melhor Aproveitamento*. *Revista Madeira*, V. 60, P. 54-56.
40. Ponce, R. M. (1984), *Produção De Madeira De Qualidade Para Processamento Mecânico*. *Silvicultura*. São Paulo.
41. Remade, (2005), *Influência Do Desdobro No Rendimento E Qualidade De Eucalipto*. 25ª Edição
42. Rocha, M. P. (2000), *Eucalyptus Grandis Hill Exmaiden E Eucalyptus Dunniimaiden Como Fontes De Matéria-Prima Para Serrarias*. 186f. Universidade Federal Do Paraná, Curitiba,

43. Rocha, M. P. (2002), **Técnicas E Planeamento De Serrarias**. Edição Revisada. Curitiba: Fundação De Pesquisas Florestais Do Paraná.
44. Rocha, M. P. (2007), **Técnicas De Serrarias**. In: Oliveira, J. T. S. Et Al. (Org.). **Tecnologias Aplicadas Ao Setor Madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. P. 209-270.
45. Vital Br. (2008), **Planeamento e Operação De Serrarias**. Viçosa: Editora Ufv.
46. Valério, Á. F. Et Al. (2009), **Modelagem Para A Estimativa Do Rendimento No Desdobro De Toras De *Araucaria Angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. *Floresta*, V. 39, N. 3. Doi: 10.5380/Rf.V39i3.15361.
47. Ferreira S, Lima JT, Rosado SCS, Trugilho PF. **Influencia de metodos de desdobro tangencial qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp.** *CeneLavras* 2004; 10(1): 1-12.
48. Sandvik. (1999) **The Handbook: Production, Use And Maintenance Of Wood Band Saw Blades**. Sandviken: Suécia: Sansvik Steel.
49. Sales, C. (1990), **La Scie A Ruban. Théorie Et Pratique Du Sciage Des Bois Em Grume** – C.T.F.T – Centre Technique Forestier Tropical, 150 P.
50. Weissenstein, C. (1997), **Afiação De Ferramentas Para Usinar Madeiras E Seus Derivados**. Bento Gonçalves: Senai/Cetemo. 370 P
51. Williston, E. M. (1979), **How To Increase Profit In Band Sawing: Practical Models For Increased Lumber Recovery**. Munkfors: Suécia: Uddeholm, [S.D.]. 44 P.





Hd	Cp	Ed	Ad	Ai ( $\alpha$ )	Ac ( $\beta$ )	Aa ( $\gamma$ )

Legenda:

Hd- altura do Dente

Cp- Compasso

Ad- ângulo do dente

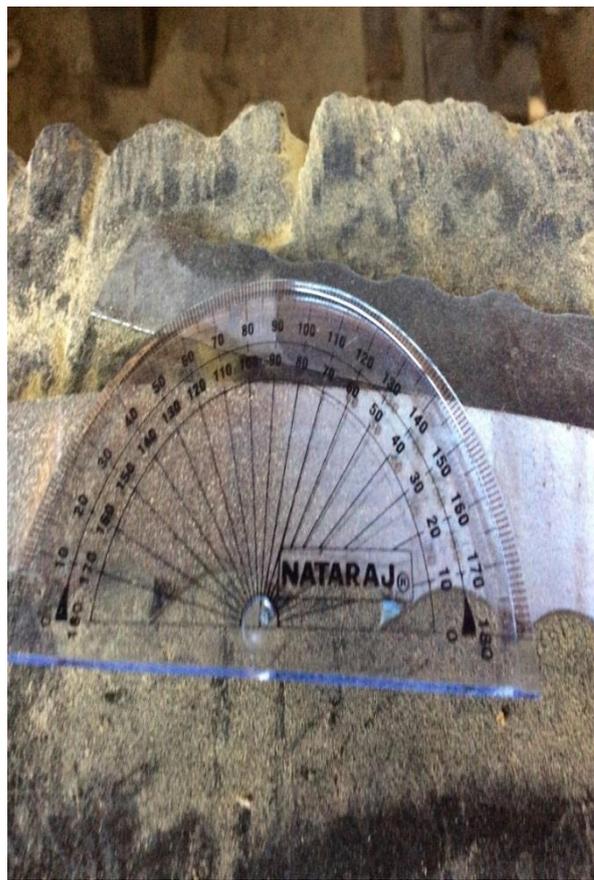
Ai-Ângulo livre ou de incidência ( $\alpha$ )

Ac-Ângulo de corte ( $\beta$ )

Aa-Ângulo de ataque ( $\gamma$ )

Ed-Espessura do dente









**Tabela de Constantes para Cartas de Controle**

Tamanho do subgrupo	Cartas $\bar{X}$ e R				Cartas $\bar{X}$ e S	
	Carta para Médias	Carta para Amplitudes ( R )		Carta para Médias	Carta p	
	Fator dos Limites de Controle	Divisores para Estimativa $\sigma_x$	Fatores dos Limites de Controle		Fator dos Limites de Controle	Divisores para Estimativa $\sigma_x$
	A2	d2	D3	D4	A3	c4
2	1.880	1.128	—	3.267	2.659	0.798
3	1.023	1.693	—	2.574	1.954	0.886
4	0.729	2.059	—	2.282	1.628	0.921
5	0.577	2.326	—	2.114	1.427	0.940
6	0.483	2.534	—	2.004	1.287	0.952
7	0.419	2.704	0.076	1.924	1.182	0.959
8	0.373	2.847	0.136	1.864	1.099	0.965
9	0.337	2.970	0.184	1.816	1.032	0.969
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.975	0.973
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.927	0.975
12	0.266	3.258	0.283	1.717	0.886	0.978
13	0.249	3.336	0.307	1.693	0.850	0.979
14	0.235	3.407	0.328	1.672	0.817	0.981
15	0.223	3.472	0.347	1.653	0.789	0.982
16	0.212	3.532	0.363	1.637	0.763	0.984
17	0.203	3.588	0.378	1.622	0.739	0.985
18	0.194	3.640	0.391	1.608	0.718	0.985
19	0.187	3.689	0.403	1.597	0.698	0.986
20	0.180	3.735	0.415	1.585	0.680	0.987
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.663	0.988
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.647	0.988
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.633	0.989
24	0.157	3.895	0.451	1.548	0.619	0.989
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.606	0.990

"Manual on the Presentation of Data and Control Chart Analysis, 1976 - Copyright ASTM"

n	d2	d3	c4
2	1,128	0,852	0,798
3	1,693	0,888	0,886
4	2,059	0,880	0,921
5	2,326	0,864	0,940
6	2,534	0,848	0,952
7	2,704	0,833	0,959
8	2,847	0,820	0,965
9	2,970	0,808	0,969
10	3,078	0,797	0,973
11	3,173	0,787	0,975
12	3,258	0,779	0,978
13	3,336	0,771	0,979
14	3,407	0,763	0,981
15	3,472	0,756	0,982
16	3,532	0,750	0,984
17	3,588	0,744	0,985
18	3,640	0,738	0,985
19	3,689	0,734	0,986
20	3,735	0,728	0,987
21	3,778	0,724	0,988
22	3,819	0,721	0,988
23	3,858	0,716	0,989
24	3,895	0,711	0,989
25	3,931	0,709	0,990