

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATO ROSSETI COSTA

INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL EM DENTES DE CORTE, NO
PROCESSO SEMIMECANIZADO DE COLHEITA.

CURITIBA
2015

RENATO ROSSETI COSTA

INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL EM DENTES DE CORTE, NO
PROCESSO SEMIMECANIZADO DE COLHEITA.

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialização em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M^e. Renato César Gonçalves Robert

CURITIBA
2015

AGRADECIMENTOS

Aos Professores do SENAI Costeira de São José Dos Pinhais (Setor de Madeira e Metalmeccânica). Em especial a minha família.

RESUMO

O desenvolvimento atual das técnicas de construção metalmeccânica permite a utilização de técnicas de polimento de precisão em diferentes setores da indústria. Este trabalho foi desenvolvido para se avaliar a possível redução do tempo de corte a partir da aplicação de polimento técnico de precisão nos dentes de corte da corrente de motosserra. O modelo de motosserra utilizado não é específico para colheita profissional. As técnicas utilizadas para diminuição da rugosidade superficial dos dentes foram desenvolvidas pelo setor de ferramentaria de transformação plástica e adaptadas para o setor de colheita semimecanizada. A confecção dos dentes de corte é realizada pelo processo de estampagem e posterior afiação por rebolos automatizados. As correntes fornecidas pelos fabricantes apresentam rugosidade padrão que pode ser reduzida pelo processo de polimento técnico de precisão manual, adaptadas as técnicas de afiação estabelecidas pelos fabricantes, que são padronizadas para se manter os ângulos de cortes corretos, foram utilizadas duas correntes para comparação de tempo de corte. A comparação será realizada através de teste de corte em bancada com corpos de prova de madeira proveniente de florestas plantadas de Pinus. Os tempos de corte foram submetidos a tratamento estatístico. O resultado obtido demonstra que a aplicação desta técnica de polimento em motosserras profissionais é viável, pois comprova que o tratamento de polimento não afetou as características de tempo de corte entre as correntes testadas. Este resultado abre caminho para elucidar possíveis melhorias em colheita semimecanizada.

Palavras-Chave: Motosserra. Rugosidade. Corte. Polimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
1.2 TÉCNICA DE AFIAÇÃO DE DENTES DE CORRENTE MANUAL	12
2 OBJETIVOS	17
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4 JUSTIFICATIVA	18
5. MATERIAL	19
5.1 MODELO DA MOTOSSERRA UTILIZADA PARA O EXPERIMENTO	19
5.1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA CORRENTE	19
5.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SABRE	20
5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA MICRO RETÍFICA	20
5.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ABRASIVO DIAMANTADO	21
5.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LIXA	22
5.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS METROLÓGICOS ...	23
5.6 MATERIAIS SUPLEMENTARES	24
6 MÉTODO	25
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	32
7.1 TABELAS DOS TEMPOS DE CORTE	33
7.2 TABELA DAS MÉDIAS OBTIDAS DAS SEQUÊNCIAS DE CORTE	34
7.3 TABELA DO DESVIO MÉDIO GRUPO 01 E GRUPO 02	34
7.4 TABELA DO DESVIO PADRÃO GRUPO 01 E GRUPO 02	35
8 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Segundo Robert (2012) entre as atividades do setor florestal a colheita é a que mais onera o custo de produção da madeira e a que traz o maior retorno com a implementação de programas de controle de qualidade.

Este trabalho envolve o setor de Engenharia Florestal, onde o primeiro objetivo é verificar o tempo de corte entre as correntes comparadas com rugosidades diferentes (Corrente polida x Corrente sem polimento), se a variação de tempo de corte entre as duas correntes for homogênea, isto é, sem uma variação que demonstre que o polimento realmente afetou o tempo de corte ou para mais ou para menos, então poderemos aplica-lo em correntes profissionais, para verificar se o processo de colheita pode ser melhorado, durante o manejo das florestas. Portanto este estudo abrange os setores da metalmecânica e agroindústria.

Apenas a verificação da possibilidade de aplicação do polimento nas arestas de corte do dente da corrente sem alterações de tempo de corte, permitira a continuidade da pesquisa em campo, com espécies de manejo com diferentes tipos de qualidade de dureza e densidade.

1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para melhor compreensão da aplicação da técnica de polimento nos dentes da corrente devemos entender a evolução das técnicas de colheita profissional.

Através da análise do histórico da colheita florestal no Brasil, podemos verificar significativas mudanças tecnológicas nas últimas décadas, as operações evoluíram de um processo manual para o semimecanizado, adquirindo nível mais expressivo de mecanização. Até a década de 1940 praticamente não havia emprego de maquinários nas operações de colheita florestal (MACHADO, 2008).

As operações de corte eram realizadas de forma rudimentar com o uso de machado, foices e serras. A extração também se baseava em métodos rudimentares, principalmente através dos trabalhos braçal e animal (FREITAS, 2009).

No período de 1960 a 1970 ocorreram avanços no setor, com o aparecimento das primeiras motosserras. A modernização das operações da colheita florestal teve início a partir de 1970, quando a indústria nacional começou a produzir maquinário de portes leve e médio. Nesse período surgiram as motosserras profissionais, os tratores agrícolas equipados com pinça hidráulica traseira ou Miniskidder e os autocarregáveis (PARISE, 2005).

No Brasil, apesar da intensificação da mecanização da colheita florestal a partir da década de 1990, com a entrada no setor de máquinas com tecnologias avançadas, grande parte do corte de florestas nativas e plantadas para os mais diversos usos tem sido realizado pelo método semimecanizado, ou seja, com a utilização de motosserra (PEREIRA et al., 2012).

Este fato se deve à grande quantidade de máquinas e equipamentos de corte e extração disponíveis no mercado, as empresas podem formar vários conjuntos de colheita que podem ser empregados, cabendo a cada empresa optar por aquele que seja mais adequado às suas peculiaridades (JACOVINE et al., 2001).

Machado (2008) diz que embora as máquinas florestais sejam produtivas, estão sujeitas a fatores ambientais que podem restringir seu uso, como: densidade do talhão, topografia, tipo de solo, volume por árvore e distância de transporte. Segundo Sant'anna (2002) a motosserra caracteriza-se por operar em diversas condições do ambiente e, muitas vezes, de difícil acesso, com baixo custo de

operação, podendo realizar o corte e o processamento das árvores em qualquer tipo de terreno. Permite, ainda, que se atinja produtividade individual relativamente elevada, com baixo investimento inicial.

A partir deste conceito é possível afirmar o quanto é importante à realização de experimentos que possam nos trazer dados que possam justificar a melhoria da qualidade da rugosidade superficial dos dentes da corrente.

Segundo Campos (2004) e Trindade et al. (2007) a busca por novos modelos de sobrevivência e de desenvolvimento é uma necessidade atual do setor produtivo brasileiro para adequação a um mercado exigente e competitivo. Para garantir essa sobrevivência, o setor florestal brasileiro precisa adotar procedimentos de verificação e acompanhamento da qualidade em suas atividades para elevar o seu índice de competitividade no mercado.

Para Jacovine (2005) a melhoria da qualidade das operações de colheita só pode ser obtida se houver um sistema de controle de qualidade implantado na empresa. Vários estudos sobre controle de qualidade na área industrial têm sido divulgados, porém, na área florestal, poucos trabalhos têm mostrado aplicações de ferramentas da qualidade.

Nesta etapa podemos analisar também a questão da ergonomia, pois segundo Barbosa et al (2014), na grande maioria das áreas, principalmente quando executada por métodos manuais ou semimecanizados, a colheita é constituída por uma atividade pesada e perigosa. As atividades dos operadores exigem que o trabalho seja executado em posições desconfortáveis durante praticamente toda a jornada de trabalho, com o manuseio de cargas elevadas e máquinas e ferramentas perigosas, sendo necessária a avaliação ergonômica dessas atividades.

Os problemas relacionados a esse fato dizem respeito, principalmente, à falta de treinamento adequado de operadores associada à alta demanda do mercado por madeira. Esses aspectos podem comprometer a segurança, bem-estar e nível de satisfação do trabalhador florestal, além da qualidade da madeira obtida para algum fim (PEREIRA et al., 2012).

Segundo Proença et al. (1996), o desenvolvimento de um bom trabalho depende diretamente de um conjunto harmonioso composto pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados para a realização das tarefas. Esses fatores integrados irão determinar o melhor desempenho das atividades, bem como a melhor utilização dos recursos disponíveis. Experimentos devem ser realizados para

que esta situação seja melhorada, este trabalho abre caminho para desenvolvimentos futuros nesta área.

Segundo Machado (2000) a colheita e o transporte são as etapas mais importantes do ponto de vista econômico, dada a sua alta participação nos custos finais da madeira posta na indústria.

No passado, a maior parte da madeira provinha de árvores adultas de florestas naturais. Portanto, pouca importância era dada à madeira central das árvores. Atualmente, com o decréscimo constante do suprimento de árvores adultas com grandes diâmetros, provenientes de florestas naturais, tornou-se comum a produção de madeira em ciclos curtos, através da adoção de espécies de rápido crescimento (BALLARIN, 2003).

Dentre os materiais de origem biológica, a madeira é sem dúvida o mais conhecido e utilizado, o lenho de uma árvore contém grande quantidade de substâncias que são utilizadas como matérias primas em quase todos os campos da tecnologia. (KLOCK, 2005).

Portanto é de fundamental importância conhecer o comportamento das estruturas de coníferas que serão utilizadas no estudo do tempo de corte. O sentido e arranjo das células podem ser reconhecidos nas seções dos três principais planos de corte utilizados na caracterização anatômica da madeira: transversal, tangencial e radial. Em nosso estudo será realizado um corte no sentido transversal ao eixo longitudinal da espécie escolhida Pinus. O corpo de prova utilizado é proveniente de florestas plantadas para fornecimento de madeira para consumo industrial, segundo Abraf (2013) quanto à distribuição geográfica da área plantada por gênero, o Pinus predomina nos estados do Sul. No Brasil, a utilização de Pinus (de reflorestamentos) na indústria madeireira tem sido crescente nos últimos anos.

As estimativas indicam que do volume de madeira serrada produzida no País, estimada em aproximadamente 18 milhões de m³, mais de 35% é formado de madeira de Pinus (BALLARIN, 2003).

O sistema de arranjo e disposição das fibrilas de celulose, em combinação com as substâncias solidificantes não estruturais confere às células da madeira uma sólida, mas não inflexível constituição, a qual resiste a uma grande gama de forças que nela atuam, a madeira é um material heterogêneo (KLOCK, 2005).

Existe variação nas propriedades de coníferas devido à variação na porcentagem de lenho inicial e tardio, (maior a porcentagem de lenho tardio, maior a

densidade da madeira), e se existir uma transição gradual ou abrupta do lenho inicial para o tardio, o que afeta a aparência da madeira, a trabalhabilidade e a superfície será mais ou menos áspera (KLOCK, 2005).

O experimento realizado sofrerá influência dessa variante, pois não teremos um material homogêneo para análise do tempo de corte, iremos verificar essa possibilidade experimentalmente, com os dados colhidos de tempo de corte. As espécies de Pinus mais utilizadas no Brasil são o Taeda, Caribaea e Elliottii, SPP, Araucária (GONÇALVES, 2008).

O experimento a ser realizado com motosserra não profissional visa a diminuição da rugosidade na região de corte dos dentes da corrente da motosserra, portanto o acabamento superficial é fundamental onde houver desgaste, atrito, corrosão, aparência, resistência à fadiga, transmissão de calor, propriedades óticas, escoamento de fluidos e superfícies de medição (blocos-padrão, micrômetros, paquímetros, etc.). O acabamento superficial é medido através da rugosidade superficial, a qual é expressa em microns.

Rugosidade é o conjunto de irregularidades, isto é, pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície. Essas irregularidades podem ser avaliadas com aparelhos eletrônicos, a exemplo do rugosímetro. A rugosidade desempenha um papel importante no comportamento dos componentes mecânicos.

Ela influi na: qualidade de deslizamento; resistência ao desgaste; transferência de calor; qualidade de superfícies de padrões e componentes ópticos; possibilidade de ajuste do acoplamento forçado; resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluidos e lubrificantes; qualidade de aderência que a estrutura oferece às camadas protetoras: resistência à corrosão e à fadiga; vedação e aparência (CAVACO, 2002). Estas características serão testadas em nosso experimento, os resultados poderão influenciar nos custos de colheita semimecanizada, já que a redução de tempo de tratamentos florestais reduz o custo operacional, segundo Robert (2012) a diversidade de técnicas, métodos, combinações de máquinas, sistemas de colheita e ambientes florestais; fornecem informações incrivelmente suficientes para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologia na área de colheita florestal. Este será o parâmetro norteador de nossos estudos entre a relação a rugosidade e tempo de corte para madeira pinus.

1.2 TÉCNICA DE AFIAÇÃO DE DENTES DE CORRENTE MANUAL

Para o desenvolvimento deste trabalho a técnica de afiação manual em conjunto com a técnica de polimento de precisão, são as que possibilitam a diminuição da rugosidade do dente da corrente, a seguir listaremos as diretrizes técnicas fornecidas pelo fabricante da corrente que serão aplicadas no trabalho, as técnicas foram retiradas do catálogo técnico da motosserra STIHL MS 210.

Serrar sem esforço com corrente afiada de maneira correta. Uma corrente afiada de maneira correta entra sem dificuldades na madeira com uma pequena pressão de avanço.

Não trabalhar com corrente sem fio ou danificada. Isto resulta em maior esforço físico, maior vibração, corte insatisfatório e alto desgaste. (STIHL, 2013).

Algumas precauções devem ser tomadas para o perfeito manuseio da motosserra tais como:

- Limpar a corrente;
- Examinar a corrente quanto a trincas e rebites danificados;
- Substituir as peças danificadas ou gastas e adaptá-las às restantes em forma e grau de desgaste e retrabalha-las de acordo.

Especial atenção deve ser tomada em relação aos ângulos e medidas relacionadas a cada modelo de corrente conforme manual do fabricante. Uma corrente mal afiada, especialmente com limitador de profundidade muito baixo, pode provocar rebote da motosserra e conseguinte perigo de ferimento.

Conforme instrução do fabricante devemos selecionar em primeiro lugar o passo da corrente, pois, a classificação do diâmetro da lima depende do passo da corrente. Os ângulos no dente de corte devem ser mantidos durante a reafiação. A lima é a ferramenta que efetivamente ira afiar os dentes da corrente, portanto é fundamental sua correta seleção.

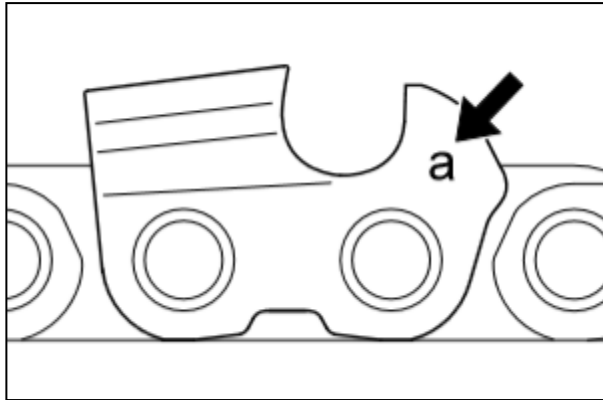


FIGURA 01: IDENTIFICAÇÃO DO PASSO DA CORRENTE
 FONTE: STIHL (2013, p. 44).

A correta afiação depende de dois ângulos:

- A - ângulo de afiação;
- B - ângulo frontal.

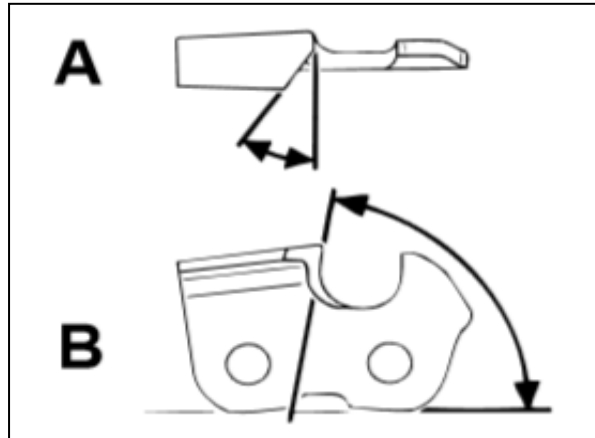


FIGURA 02: ÂNGULOS DE AFIAÇÃO
 FONTE: STIHL (2013, p. 45).

Os ângulos devem ser iguais em todos os dentes da corrente. Com ângulos desiguais: corte áspero e não uniforme, maior desgaste até a ruptura da corrente (STIHL,2013).

Para afiar a corrente manualmente somente com auxílio de um suporte para lima (acessório especial). Suporte para lima tem as marcações para o ângulo de afiação marcados em sua superfície. A lima deve ser a especificada pelo fabricante,

pois, além de possuir os ângulos corretos tem sua rugosidade correta de corte para utilização.

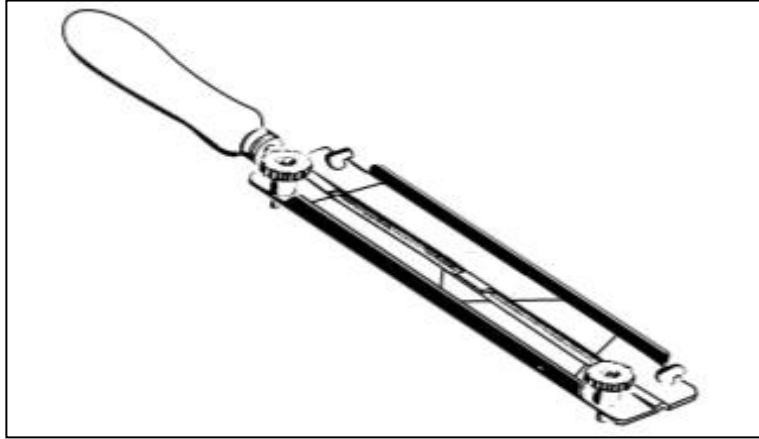


FIGURA 03: FERRAMENTA PARA AFIAÇÃO
 FONTE: STIHL (2013, p. 45).

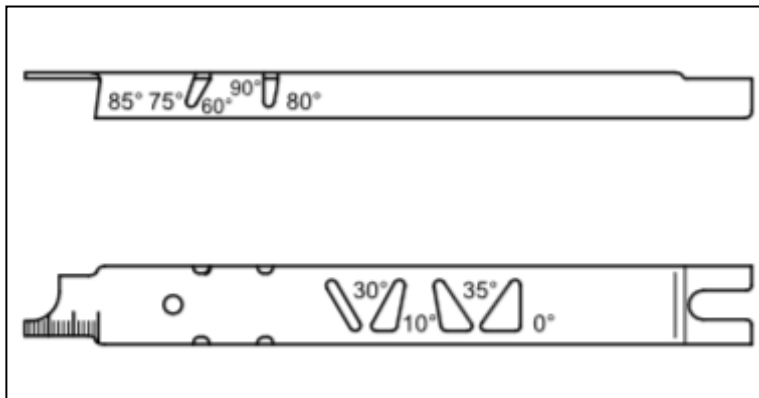


FIGURA 04: MARCAÇÃO DOS ÂNGULOS DE AFIAÇÃO
 FONTE: STIHL (2013, p. 45).

Segundo manual Stihl (2013), para controlar os parâmetros dimensionais estabelecidos pelo fabricante da corrente, a ferramenta especial para afiação deve ser utilizada, esta ferramenta funciona como um calibrador onde o operador que executara a reafiação dos dentes da corrente, pode manter os ângulos, altura do limitador de profundidade, o comprimento do dente de corte, a profundidade da ranhura, limpeza da ranhura e dos furos da entrada de óleo especificado pelo fabricante da corrente durante a reafiação.

Procedimentos para afiação correta manualmente conforme manual (STIHL,2013).

- Escolher a ferramenta de afiação, de acordo com o passo da corrente;
- Prender o sabre, se necessário;
- Bloquear a corrente, colocando a proteção da mão para frente;
- Para puxar a corrente adiante, puxar a proteção da mão em direção ao cabo dianteiro: freio da corrente está desbloqueado. No sistema de freio da corrente e pressionar também a trava do acelerador;
- Afiar com frequência, desgastando pouco. Para a reafiação simples, geralmente são necessárias de duas a três limadas;
- Conduzir a lima: na horizontal (em ângulo reto em relação à superfície lateral do sabre), de acordo com os ângulos mencionados, conforme as marcações no suporte para lima. Colocar o suporte para lima sobre a aba superior do dente e sobre o limitador de profundidade.
- Limar somente de dentro para fora;
- A lima somente pega no traço para frente. Ao voltar, levantar levemente a lima;
- Não limar os elos de ligação e de tração;
- Girar a lima em distâncias regulares, para evitar um desgaste unilateral;
- Retirar a rebarba com um pedaço de madeira dura;
- Verificar o ângulo com o calibrador de correntes.

Todos os dentes de corte devem ter o mesmo comprimento. Com comprimentos diferentes nos dentes, as alturas dos dentes também são diferentes e causam um deslize áspero e possível ruptura da corrente.

- Limar todos os dentes de corte de acordo com o dente mais curto. De preferência, mandar fazer isto em uma assistência técnica, com um afiador elétrico.

Especial atenção deve ser observada sobre reafiar o limitador de profundidade, pois a distância do limitador de profundidade reduz-se durante a afiação dos dentes de corte.

Os procedimentos listados acima foram utilizados como parâmetro norteador do processo de polimento de precisão, no item 4.2 deste trabalho será descrito com detalhes o processo de polimento de precisão.

2 OBJETIVOS

Avaliar o tempo de corte de uma motosserra a partir da aplicação de polimento nos dentes de corte, entre duas correntes, com polimento e sem polimento.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a viabilidade da aplicação de polimento em dente de corte sem alteração dos ângulos de corte padrões do fabricante.

Analisar os resultados obtidos para possível aplicação de polimento em correntes de motosserras profissionais.

4 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho foi desenvolvido para se obter a redução de custos do processo de manejo de florestas, nesta primeira etapa foram utilizadas técnicas de polimento inovadoras para o setor de colheita semimecanizada.

A viabilidade de aplicação desta técnica de polimento em alta escala não é possível, mas com a aplicação de técnicas corretas desenvolvidas no setor de ferramentaria, uma amostra de corrente polida pode ser obtida para estudo em escala reduzida. Esta oportunidade de estudo pode futuramente modificar o processo de fabricação das correntes, reduzindo sua rugosidade padrão, mas para isto o primeiro passo deve ser dado em relação ao estudo dos resultados obtidos nesse experimento.

5. MATERIAL

5.1 MODELO DA MOTOSSERRA UTILIZADA PARA O EXPERIMENTO

O modelo de motosserra utilizado no experimento foi desenvolvido para uso em casas de campo, sítios e jardins.

Modelo: STIHL MS 210

Motor dois tempos STIHL Monocilíndrico

Cilindrada	32,5 cm ³
Diâmetro do cilindro	40 mm
Curso do pistão	28 mm
Potência conforme ISSO 7293	1,6 KW a 9000 min ⁻¹
Rotação da marcha lenta	2800 min ⁻¹
Peso sem combustível	4,4 Kg
Peso com sabre	4,8 Kg

QUADRO 01: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA MOTOSSERRA

FONTE: o Autor (2015).



FIGURA 05: MOTOSSERRA STIHL MS 210

FONTE: STIHL (2013).

5.1.2 Características técnicas da corrente

Corrente modelo:	3523 001 0050 63PM	25 dentes
Passo da corrente:	3/8"	9,32 mm
Esp. do elo de tração:	0,050"	1,3 mm
Ângulos de corte:	ang. de afiação A: 30°	ang. frontal B: 75°
Limitador de prof.:	0,0026"	0,65 mm

QUADRO 02: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA CORRENTE

FONTE: o Autor (2015).

5.1.3 Características técnicas do sabre

Sabre modelo: Rollomatic E	3005 000 4809	
Corte	14"	35 cm
Largura da ranhura	1,3 mm	
Estrela reversora	9 dentes	

QUADRO 03: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SABRE

FONTE: o Autor (2015).

5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA MICRO RETÍFICA

O equipamento utilizado possui característica apropriada para efetuar polimentos de precisão em regiões de difícil acesso, possibilitando a diminuição da rugosidade superficial na região do ângulo de afiação A-30°, conforme (QUADRO 04).

Micro retífica:	Eccofer
Modelo:	AR 172
Tensão:	127 V
Frequência:	60 Hz
Potência:	130 W
Rotação:	8.000 / 30.000 rpm

QUADRO 04: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA MICRO RETÍFICA

FONTE: o Autor (2015).



FIGURA 06: MICRO RETÍFICA

FONTE: O Autor (2015).

5.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ABRASIVO DIAMANTADO

As informações citadas a seguir sobre o abrasivo diamantado foram obtidas no site da empresa (FSN - Fieras e Sinterizados Nacionais), características técnicas e procedimentos de uso.

O abrasivo utilizado é de fabricação nacional, com qualidade compatível para obtenção de rugosidade superficial na faixa de 1 micron. A fabricação da Pasta diamantada está dentro de um processo de qualidade assegurada, que utiliza matéria-prima criteriosamente escolhida a partir da análise das curvas de dispersão.

Indicações de uso:

- 0/2 microns Vermelha Polimento Metalográfico Fino;
- 2/6 microns Amarela Polimento Metalográfico.

Recomendações de Uso

- A pasta diamantada pode ser depositada sobre a superfície da peça a polir ou sobre o suporte de polimento;
- Para evitar contaminação ou riscos, limpar cuidadosamente a peça a ser polida ao se mudar o tipo de pasta;
- Recomendamos utilizar suportes diferentes para cada tipo de pasta. Sendo necessário usar o mesmo suporte, lavá-lo bem a cada mudança de grana;
- Para garantir a sua consistência, a pasta deve ser guardada em local escuro e temperatura ambiente.

Neste abrasivo diamantado encontramos as seguintes características:

- Grande poder de desbaste e polimento;
- Garantia da ausência de qualquer contaminação por elementos estranhos;
- Rigoroso controle na variação do tamanho do grão superabrasivo;
- Grande capacidade de remoção do calor gerado no atrito;

Abrasivo	Micragem	Cor de identificação
FSN	0/2 microns	Vermelha
FSN	2/6 microns	Amarela

Base da pasta: Carnaúba

QUADRO 05: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA PASTA DIAMANTADA

FONTE: o Autor (2015).



FIGURA 07: TUBOS DE PASTA DIAMANTADA
 FONTE: O Autor (2015).

5.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LIXA

O abrasivo utilizado para o polimento de precisão será o óxido de alumínio, obtido pela fusão de alumina calcinada em forno elétrico a arco. Apresenta alta pureza e alta capacidade de reposição de arestas. (ELFUSA, 2012).

Características Gerais:

Densidade Específica	Dureza (Knoop-100)	Tenacidade (ANSI-B74.8R2007)
3,94 g/cm ³	1.900 kgf/cm ²	38%

QUADRO 06: ÓXIDO DE ALUMÍNIO BRANCO

FONTE: o Autor (2015).

A lixa a base de óxido de alumínio possui um recobrimento especial, que com o calor gerado durante o processo de lixamento, se funde e atua como lubrificante. Pode ser usada em lixamento manual e em lixadeiras portáteis.

Aplicação:

- Utilizada para desbaste, remoção e nivelamento de superfícies.

Abrasivo	Norton	Nofil A219 Adviance
Grana	400 / 320	Folha

QUADRO 07: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LIXA

FONTE: o Autor (2015).

5.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS METROLÓGICOS

Para este experimento foram utilizados:

Código: 5605 750 4300

Ferramenta p/ afiação (Acessório especial): O calibrador de correntes STIHL é uma ferramenta universal.



FIGURA 08: CALIBRADOR PARA AFIAÇÃO
FONTE: o Autor (2015).

Digmess 0,01 mm

Micrômetro: Com o micrômetro pode-se ter medidas lineares, sendo normalmente usado quando a medição exige uma precisão acima da possibilitada com um paquímetro.

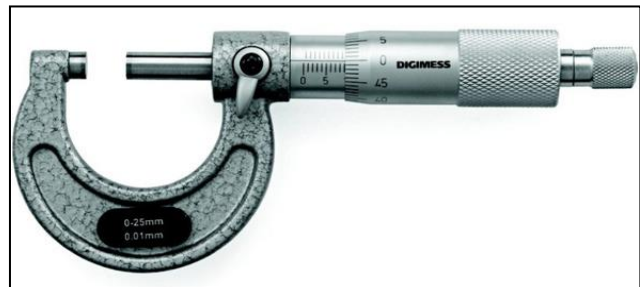


FIGURA 09: MICRÔMETRO
FONTE: o Autor (2015).

Herveg

Cronômetro: Equipamento utilizado para medição dos tempos de corte.



FIGURA 10: CRONÔMETRO
FONTE: o Autor (2015).

QUADRO 08: EQUIPAMENTOS METROLÓGICOS
FONTE: o Autor (2015).

5.6 MATERIAIS SUPLEMENTARES

Lupa de testa: Equipamento utilizado para aumentar a visão das regiões onde a precisão do polimento requer maior qualidade

Ampliação 20x



FIGURA 11: LUPA DE TESTA
FONTE: o Autor (2015).

Haste de latão para calibrar ângulos e raios durante o polimento de precisão: Esta haste de latão é utilizada para solda e foi adaptada para base de suporte da lixa de óxido de alumínio, devido seu diâmetro e dureza menor que a dos dentes.

Diâmetro 3,12 milímetros

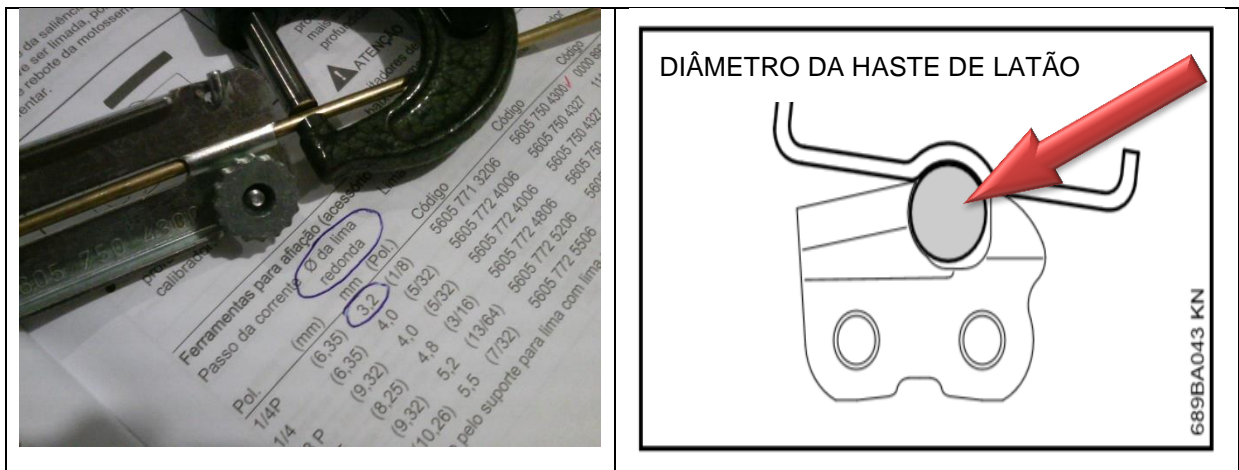


FIGURA 12: HASTE DE LATÃO
FONTE: o Autor (2015).

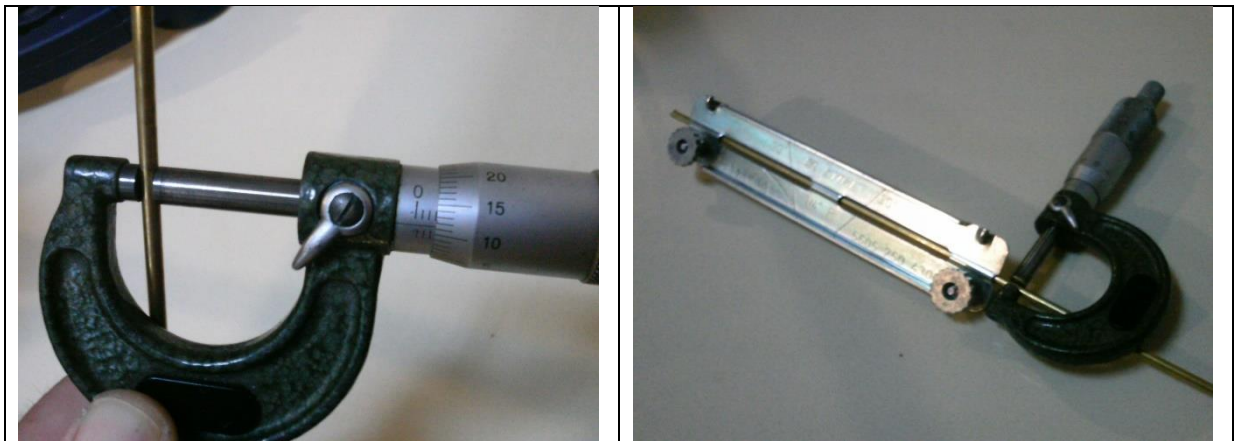
QUADRO 09: MATERIAIS SUPLEMENTARES PARA POLIMENTO
FONTE: o Autor (2015).

6 MÉTODO

O experimento realizado: Polimento aplicado nas regiões de corte dos dentes da corrente selecionada de acordo com modelo da motosserra MS210 STIHL, deve manter os ângulos corretos indicados pelo fabricante, então substituímos a lima do dispositivo de afiação por uma haste de latão com diâmetro de 3,12 milímetros, isto garantiu a integridade dos ângulos de corte e os raios do dente da corrente calibrados conforme especificação do fabricante.



QUADRO 10: DIÂMETRO DA HASTE DE LATÃO QUE SUPORTA A LIXA
FONTE: o Autor (2015).



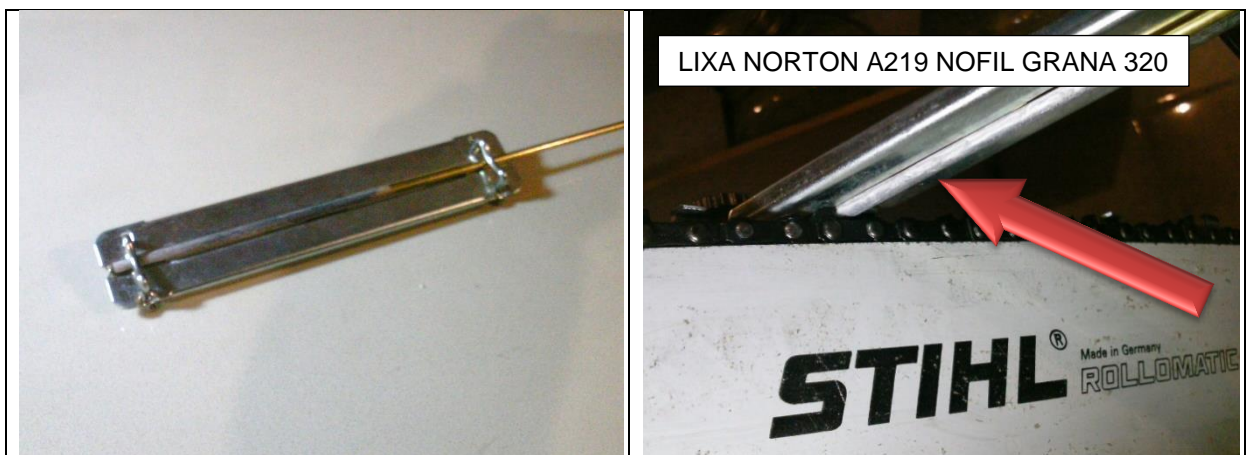
QUADRO 11: MEDIÇÃO DA HASTE COM MICRÔMETRO
FONTE: o Autor (2015).

Em seguida foi aplicada uma camada de abrasivo de óxido de alumínio sobre a haste de latão na região que substituiu a lima do dispositivo de calibração da afiação (Código: 5605 750 4300), assim o abrasivo com menor agressividade possibilitou a diminuição gradativa da rugosidade na região de estudo. A fixação do

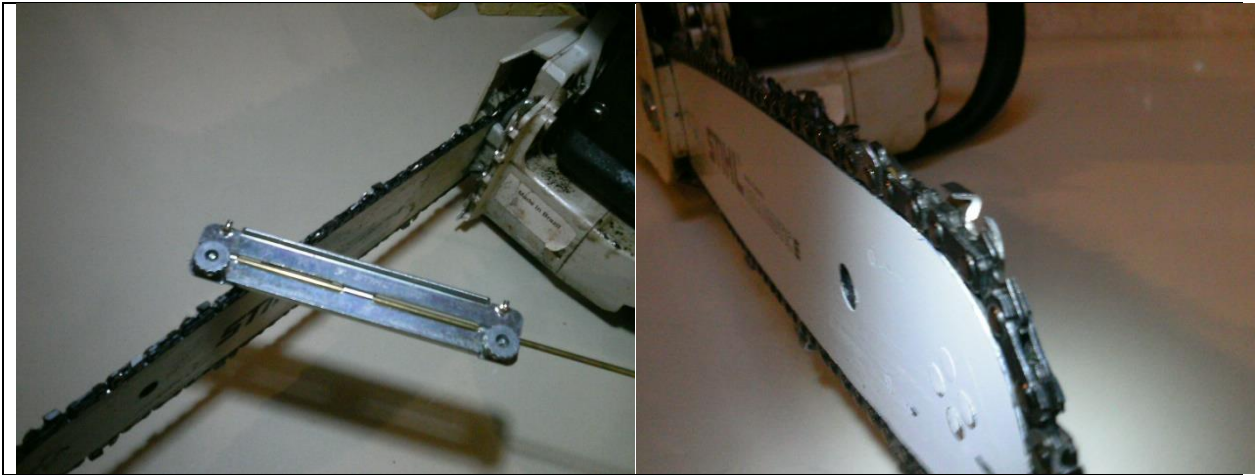
abrasivo que tem costado de papel foi possível aplicando-se uma fita dupla face sobre o costado da lixa, isso permitiu a fixação da mesma sobre a haste de latão, a flexibilidade da lixa de papel manteve exatamente o diâmetro da haste sem alterações dimensionais, detalhe importantíssimo para que a técnica de polimento não alterasse o formato dos raios do dente da corrente.

A espessura da lixa com aplicação da camada de fita dupla face medida com micrometro Digmess, com precisão de 0,01 milímetro ou 1 centésimo de milímetro, ficou em 0,25 milímetros, somado ao diâmetro da haste de latão de 3,12 milímetros, obtivemos um diâmetro total de 3,62 milímetros, o diâmetro da lima recomendado pelo fabricante é de 3,20 milímetros (STIHL, 2013). Portanto o diâmetro final total do dispositivo apresenta 0,42 milímetros a mais no diâmetro recomendado, mas durante o processo de polimento, a camada de óxido e alumínio se desgasta chegando à medida final de 3,20 milímetros. Concluímos portanto, que se mantém a calibração do diâmetro recomendado pelo fabricante de acordo com especificado por manual da afiação.

A sequência de polimento começa com lixa 320 Norton NOFIL A329 e em seguida a lixa 400, os movimentos são realizados conforme manual STIHL descrito no item 1.2 deste trabalho. A sequência de lixamento de 320 para 400 reduz a rugosidade superficial na região dos dentes gradativamente, possibilitando a aplicação do abrasivo diamantado.



QUADRO 12: APLICAÇÃO DA LIXA SOBRE HASTE DE LATÃO
FONTE: o Autor (2015).



QUADRO 13: INÍCIO DO PROCESSO DE POLIMENTO COM FERRAMENTA PARA AFIANÇA
 FONTE: o Autor (2015).

Em seguida após a eliminação da rugosidade fornecida pelo fabricante, foi utilizada a micro retífica com abrasivo diamantado para espelhar a região de corte dos dentes. O abrasivo diamantado foi aplicado com base de suporte em fibra de algodão. O polimento foi executado pelo autor deste trabalho, isto somente foi possível devido à experiência adquirida durante 20 anos de trabalhos realizados para ferramentarias, conforme citado na introdução deste trabalho. A habilidade manual é de fundamental importância para o sucesso do polimento.

O polimento foi aplicado em 25 dentes de corte, o tempo total aproximado para sua execução foi de 6 horas e 30 minutos.



QUADRO 14: POLIMENTO COM PASTA DIAMANTADA
 FONTE: o Autor (2015).

Após o polimento os dentes da corrente podemos observar seu aspecto espelhado (similar a um banho de cromo), quando uma superfície metálica apresenta aspecto espelhado, significa que a reflexão da luz esta correta, indicando rugosidade superficial na faixa de 1 micron, este tipo de inspeção visual permite esta avaliação devido ao uso de abrasivo diamantado de 2/6 e 0/2 microns.



QUADRO 15: DETALHE DOS ESPELHOS OBTIDOS PELO POLIMENTO
FONTE: o Autor (2015).

Concluída a etapa de polimento realizou-se o teste de corte, com auxílio na operação da motosserra do Professor Riverson Tobias Do vale (Tec. Ensino Pleno Setor de Madeira Mobiliário – SENAI Costeira), com Graduação em Engenharia de Produção pela FACEAR- Campus Araucária.

Foram realizados 14 cortes em corpos de prova de Pinus com dimensional de 30x145 milímetros com a corrente com 1 micron de rugosidade (Espelhada) e mais 14 cortes com rugosidade fornecida por fabricante, os cortes foram feitos de maneira alternada, primeiro 7 cortes com rugosidade de 1 micron e em seguida, mais 7 cortes com rugosidade do fabricante, foram realizados duas sequências com este número de variações, conforme imagens a seguir.

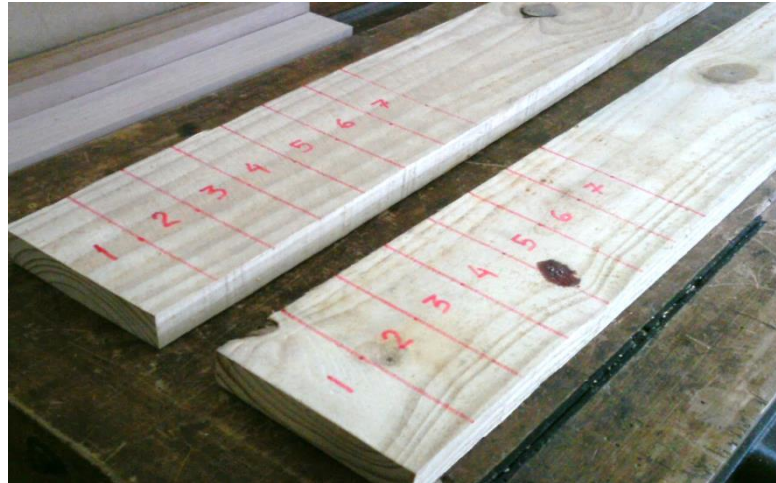


FIGURA 13: CORPOS DE PROVA (30x145 mm)
 FONTE: o Autor (2015).

A tabela 01 mostra a sequência de corte escolhida para a medição dos tempos de corte, foram alternadas as montagens das correntes, pois o experimento foi realizado com uma motosserra, então a necessidade de montar e desmontar as correntes para o teste.

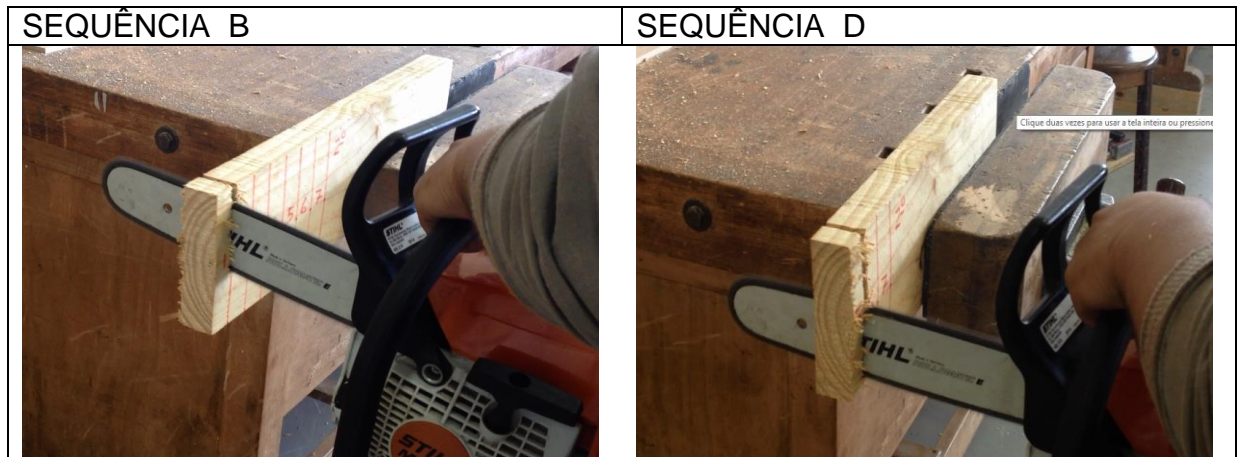
Sequência de cortes:

A	B	C	D
Rugosidade 1 μ	Rugosidade Fabricante	Rugosidade 1 μ	Rugosidade Fabricante
7 cortes	7 cortes	7 cortes	7 cortes

TABELA 01: SEQUÊNCIA DE CORTES
 FONTE: o Autor (2015).



QUADRO 16: CORTE EXECUTADO PROFESSOR RIVERSO
 FONTE: o Autor (2015).



QUADRO 17: CORTE EXECUTADO PROFESSOR RIVERSON
 FONTE: o Autor (2015).

Em seguida devido ao pequeno número de amostras de corte, utilizamos a média aritmética simples para análise dos resultados. A média é a principal medida de posição, sendo utilizada principalmente quando os dados apresentam distribuição simétrica ou aproximadamente simétrica, como acontece com a maioria das situações práticas (BUSSAB, 1993).

Em que, o estimador da média populacional é:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Portanto para cada sequência de corte calculamos a média aritmética simples. Nas tabelas de tempo de corte podemos observar na coluna à direita logo abaixo este valor.

No total foram realizados 28 cortes, onde foram mensurados os seguintes valores de tempo de corte que podem ser avaliados pelas sequências de corte A, B, C e D. Os tempos de corte foram obtidos através de medição com cronômetro Herveg, com precisão de 0,01 milésimos de segundo.

Em seguida agrupando as sequências em grupos de teste: Grupo 01 (A e B) e grupo 02 (C e D), que representam a primeira e segunda amostra de corte com variação de 1 micron e rugosidade de fabricante, calculamos o desvio médio de cada grupo.

O desvio médio simplesmente o cálculo da média dos desvios absolutos. Para o seu cálculo, primeiramente deve ser calculada a média, posteriormente os desvios das observações em relação a média e, por ultimo, a média do módulo destes desvios conforme a fórmula a seguir (BUSSAB, 1993).

$$dma_{obs} = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \bar{x}_{obs}|}{n}.$$

Novamente agrupando os desvios médios obtemos o desvio padrão das sequências de corte.

Embora seja uma medida importante, a variância carece de interpretação pois é uma medida dos valores ao quadrado, isto é contornado com o uso do desvio padrão que é obtido pelo cálculo da raiz quadrada da variância, conforme formula a seguir (BUSSAB, 1993).

$$dp_{obs} = \sqrt{var_{obs}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x}_{obs})^2}{n}}.$$

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Amostras obtidas: Com a análise das imagens podemos observar uma região com maior lascamento nas regiões externas das amostras cortadas com o polimento efetuado com 1 micron, conforme quadro 18. Em futuros trabalhos este efeito deve ser analisado para melhor entendimento das suas causas no processo de corte e entendimento da sua influência nos tempos obtidos, sendo necessário saber se este efeito é proveniente da baixa rugosidade ou de possível defeito dos ângulos de corte obtidos durante o polimento. Sendo necessário uma análise em projetor de perfil para se obter conclusões quanto a integridade das superfícies polidas, portanto temos um campo aberto para mais experimentos.

Imagens dos corpos de prova após corte:



QUADRO 18: AMOSTRAS APÓS CORTE
 FONTE: o Autor (2015).

7.1 TABELAS DOS TEMPOS DE CORTE

Tabela 01: Tempo de corte da sequência A

Sequência de corte A	Tempo aferido em segundos (s)
1	4,60
2	3,75
3	3,75
4	2,91
5	3,72
6	3,00
7	3,34

FONTE: o Autor (2015).

Tabela 02: Tempo de corte da sequência B

Sequência de corte B	Tempo aferido em segundos (s)
1	4,16
2	2,94
3	3,07
4	3,22
5	2,47
6	3,31
7	2,57

FONTE: o Autor (2015).

Tabela 03: Tempo de corte da sequência c

Sequência de corte C	Tempo aferido em segundos (s)
1	4,94
2	5,07
3	4,19
4	4,38
5	3,59
6	3,56
7	3,75

FONTE: o Autor (2015).

Tabela 04: Tempo de corte da sequência D

Sequência de corte D	Tempo aferido em segundos (s)
1	4,85
2	4,43
3	4,97
4	3,72
5	3,84
6	3,53
7	4,78

FONTE: o Autor (2015).

7.2 TABELA DAS MÉDIAS OBTIDAS DAS SEQUÊNCIAS DE CORTE

TABELA 05: Médias das sequências de corte em milésimos de segundo

Média sequência A	3,58
Média sequência B	3,11
Média sequência C	4,21
Média sequência D	4,30

FONTE: o Autor (2015).

7.3 TABELA DO DESVIO MÉDIO GRUPO 01 E GRUPO 02

Grupo 01:

TABELA 06: Desvio médio grupo 01

Média sequência A	3,58
Média sequência B	3,11
Desvio médio grupo 01	0,235

FONTE: o Autor (2015).

Grupo 02:

TABELA 06: Desvio médio grupo 02

Média sequência C	4,21
Média sequência D	4,30
Desvio médio grupo 02	0,045

FONTE: o Autor (2015)

7.4 TABELA DO DESVIO PADRÃO GRUPO 01 E GRUPO 02

TABELA 07: Desvio padrão grupo 01 e 02

Desvio médio grupo 01	0,235
Desvio médio grupo 02	0,045
Desvio padrão	0,19

FONTE: o Autor (2015).

A interpretação do desvio padrão em relação aos tempos médios máximos e mínimos.

TABELA 08: Tempo máximo de corte grupos 01 e 02

Tempo máximo grupo 01	3,58
Tempo máximo grupo 02	4,30

FONTE: o Autor (2015).

O desvio padrão calculado representa para o grupo 01 (5,30% do tempo total de corte) e para o grupo 02 (4,41% do tempo total de corte), estes valores são puros sem levar em consideração todas as outras variáveis embutidas no teste de tempo de corte que não foram levadas em consideração (força, pressão, velocidade de avanço, heterogeneidade da madeira, etc).

8 CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que o polimento aplicado nos dentes não alteraram os tempos de corte entre as correntes polidas e fornecidas pelo fabricante, levando em conta somente os cálculos estatísticos. Este trabalho demonstra que devido a estes resultados a técnica de polimento aplicada pode ser usada em motosserras de uso profissional, possibilitando um amplo campo de estudo futuro para se elucidar este assunto. A recomendação da aplicação do polimento ainda deve ser pesquisada em campo para o levantamento de informações técnicas mais precisas quando a viabilidade real de redução dos custos de manejo. Devemos lembrar que como citado anteriormente os corpos de prova não são homogêneos e ressaltar que esta primeira etapa visa somente à comprovação de que é realmente possível polir os dentes da corrente sem alteração das suas formas geométricas, mas podemos aplicar também em futuros trabalhos novas variáveis como força, materiais de diferente dureza para os dentes, novos ligas de aço que suportem a presença de materiais típicos de nossas florestas tropicais com o silício, portanto este trabalho vem mostrar que é possível obter qualidade no estado da arte na construção de motosserras e a partir deste ponto criar conjuntos mecânicos mais harmoniosos para sistemas de colheita semimecanizados, onde a interação entre o homem e máquina seja mais rentável para os processos de colheita.

REFERÊNCIAS

- ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF.** – Brasília: 2013.
- BALLARIN A. W.; PALMA H. A. L.; **Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de pinus taeda L.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.371-380, 2003.
- BARBOSA R. P.; FIEDLER N. C.; CARMO F. C. de A.; MINETTE L. J.; SILVA E. N.; **Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.38, n.4, p.733-738, 2014.
- BUSSAB, W.O. & MORETTIN, P.A. **Estatística básica.** 4a ed., Atual Editora, S.P., 1993.
- CAVACO, M. A. M.; **Metrologia.** 1ª Edição. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Eng. Mecânica, 2002. 14p.
- ELFUSA – **Ficha Técnica: Óxido de Alumínio Fundido Branco,** Vila Nossa Senhora de Fátima São João da Boa Vista – São Paulo, 2012.
- FREITAS, L. C.; MACHADO, C. C.; SILVA, G. C. **A mecanização da colheita florestal no Brasil.** Revista da Madeira, v.20, n.121, p.46-50, 2009.
- FREITAS, L. C. de; MACHADO C. C.; SILVA E.; SILVA M. L. da.; LEITE A. M. P.; FERNANDES H. C. **Avaliação ambiental do processo de inovação tecnológica na colheita florestal.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.329-339, 2011.
- FSN - **Fieras e Sinterizados Nacionais.** Indaiatuba / São Paulo, Disponível em: < <http://www.fsn.com.br/polimento> >. Acesso em: 04/03/2015.
- GONÇALVES, A. F.; **A colheita florestal do século XXI.** 9 f. Monografia (Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- JACOVINE, L. A. G. et al. **Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal.** Rev. Árvore [online]. 2005, vol.29, n.3, pp. 391-400. ISSN 1806-9088.
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ J. A.; Andrade, A. S. **Química da madeira.** 3ª Edição revisada. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2005. 61p.

- LEITE E. da S.; FERNANDES H. C.; GUEDES I. L.; AMARAL E. J. do; **Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos.** CERNE, v. 20 n. 3, p. 637-643, 2014.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. **Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal.** Cerne, v.6, n.2, p.124-129, 2000.
- MOREIRA F. M. T.; SOUZA A. P. de; MACHADO C. C. ; MINETTI L. J.; SILVA K. R. **Avaliação operacional e econômica do “feller-buncher” em dois subsistemas de colheita de florestas de eucalipto.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.199-205, 2004.
- MACHADO, C. C., SILVA, E. N., PEREIRA, R. S. **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal.** In: MACHADO, C. C. (Ed) Colheita Florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.5-42.
- NORTON – **Abrasivos Grupo Saint Gobain**, Disponível em: <<http://www.norton-abrasivos.com.br/folhas.aspx>>. Acesso em: 12/02/2015.
- PARISE, D. J.; **Influência dos requisitos pessoais especiais no desempenho de operadores de máquinas de colheita florestal de alta performance.** 2005. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- PEREIRA, D. P. et al. **Avaliação da qualidade do corte florestal com motosserra.** CERNE [online]. 2012, vol.18, n.2, pp. 197-203. ISSN 0104-7760.
- PEREIRA R. S.; GUIMARÃES P. B. R.; MENEZZI C. H. S. D.; VALE A. T. do; ROBERT R. C. G.; **Avaliação da segurança e ocorrência de defeitos na operação de corte semimecanizado de florestas de eucalipto.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.36, n.3, p.511-518, 2012.
- ROBERT R. C. G.; **Guia Prático de Operações Florestais na Colheita de Madeira.** 1ª Edição. Curitiba: Autor, 2012.
- STIHL – **Manual de instruções de serviços- MS 210, 230, 250.** STIHL Ferramentas Motorizadas Ltda. São Leopoldo – RS, 2013.
- SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R.; **Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais.** Cerne, Lavras, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002.