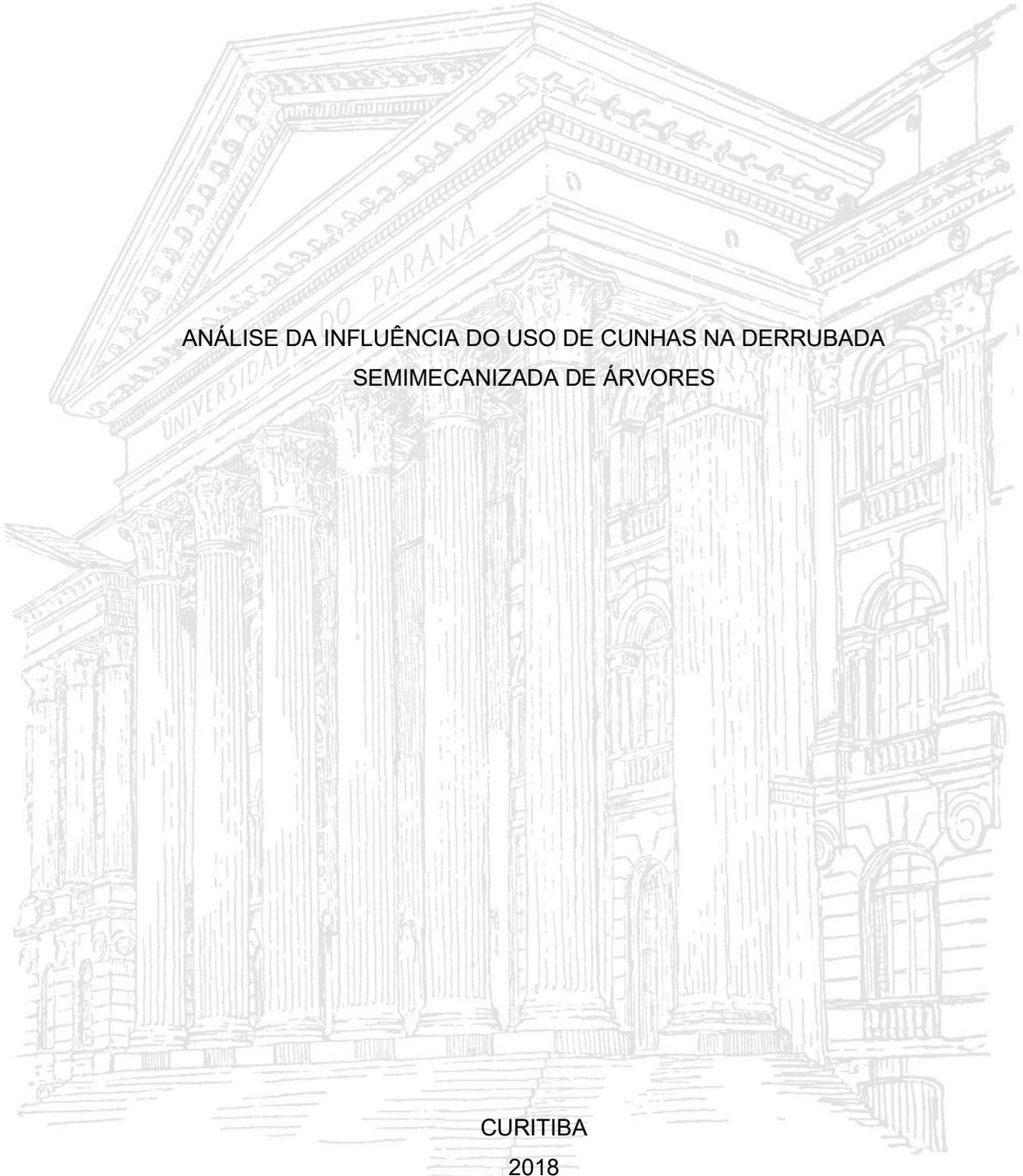


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATASHA BLANCHE ANDERSON ROSA

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE CUNHAS NA DERRUBADA
SEMIMECANIZADA DE ÁRVORES



CURITIBA

2018

NATASHA BLANCHE ANDERSON ROSA

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE CUNHAS NA DERRUBADA
SEMIMECANIZADA DE ÁRVORES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Graduação em
Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná, como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheira
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves
Robert

CURITIBA

2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Jesus, que é o caminho, a verdade e a vida (Rm. 11.36; Jo 14.6).

À minha mãe, Vania Maria, por ser a minha maior apoiadora. Mesmo distante dela e com limitações, sempre me incentivou no meu caminho e me proporcionou a graduação na UFPR.

Ao meu pai, Frank Anderson Rosa, *in memorian*, que sempre será minha inspiração. Muito devo ao seu esforço para proporcionar a melhor educação possível às filhas, e eu sei quão orgulhoso ele estaria nesse momento.

Às minhas irmãs, Lila e Joy, a quem amo incondicionalmente, por todo carinho e compreensão.

Aos meus avós Eunice e João, por me acolherem, por me apoiarem integralmente. Sem eles, tudo seria mais difícil. À minha avó Lila também, por toda ajuda, e ao meu avô Jonas, *in memorian*.

À minha tia Nerli e minha prima Paula, que foram tão importantes durante esses anos da graduação, e essenciais para o meu moral e emocional.

A Luiz Martins Schimitka Neto, por todo companheirismo, amor e carinho. Pela sua presença no último ano, dando-me suporte nas horas mais difíceis. A ele, todo o meu amor.

À Kauana Padilha de Farias, minha flor e melhor amiga. Pela disposição em ouvir, compartilhar todas as alegrias e angústias. Por ser, mesmo com a distância, indispensável em minha vida; e sem sua amizade, eu seria incompleta.

Aos maiores amigos que a faculdade me deu: Gabriela e Reinhold, todo o meu carinho e amor pelos momentos de risadas, comilanças e preocupações compartilhados. À minha amiga Cassia Cóes, pelo privilégio da sua amizade. À Jéssica Furlan, a quem muito devo. Ao Wesllen, por sua boa vontade e amizade.

À empresa por proporcionar esta pesquisa. A Irene Sirotti e Sabrina Nietzel, pela grande contribuição ao estudo e à engenharia florestal.

À Pudim, minha companheira nos últimos meses.

Ulteriormente, mas com todo o meu carinho, aos professores da Universidade Federal do Paraná, que são corresponsáveis pela nossa formação profissional, e em especial: ao prof. Umberto Klock, por toda a sua solicitude e atenção para comigo; ao prof. Alan Andrade, que me conduziu na pesquisa acadêmica e muito me ensinou; ao prof. Renato Robert sem o qual este estudo

não seria possível; e aos professores Alexandre Tetto, Ana Paula Corte, Allan Pelissari, Alexandre Behling, Julio Arce, Ailson Loper, Mayara Carneiro pelo excelente exercício da docência e orientação, atenção e contribuição para a nossa profissão.

DADOS DA ACADÊMICA

Nome do aluno: Natasha Blanche Anderson Rosa
GRR: 20133675

RESUMO

Devido à escassez de estudos que promovam melhorias técnicas e na segurança do trabalho na operação de derrubada semimecanizada de árvores. Este estudo objetivou analisar o uso das cunhas no corte e direcionamento de queda de árvores. Os dados foram coletados por meio de experimentos realizados em plantios de uma empresa localizada no sul do estado de Santa Catarina, Brasil. O trabalho foi desenvolvido com base na comparação dos tratamentos utilizados para o corte com motosserra dos talhões, sendo estes com e sem uso de cunha. Os resultados mostraram-se interessantes do ponto de vista de segurança e desempenho do trabalho, constatando-se que as cunhas proporcionam 40,5% de ganho quanto à direção de queda das árvores. Também se concluiu que para a variável “vento”, a qual muito influencia na derrubada de árvores, a cunha mostrou-se uma ferramenta eficaz na redução desta influência, obtendo-se 12,4% a menos de indivíduos tombados na direção errada à estabelecida. Constata-se que o uso da cunha de uma maneira geral otimiza a colheita de madeira. Recomenda-se que o uso desta ferramenta seja adotado na operação de corte das árvores, devido aos seus benefícios para a segurança dos trabalhadores e ao serviço na colheita florestal em geral.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. MECANIZAÇÃO FLORESTAL	10
3.2. CORTE E EXTRAÇÃO FLORESTAL.....	10
3.3. MÉTODOS DE CORTE FLORESTAL	11
3.4. SEGURANÇA DO TRABALHO NO CORTE FLORESTAL COM MOTOSSERRA.....	12
4 MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PLANTIOS ESTUDADOS.....	16
4.3 COLETA DE DADOS E ANÁLISES	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
6 CONCLUSÕES	25
7 RECOMENDAÇÕES	26
APÊNDICE I	31
APÊNDICE II	33
APÊNDICE III	34

1 INTRODUÇÃO

Dentre todas as áreas da indústria de base florestal, a colheita da madeira apresenta-se como uma das mais importantes para a rentabilidade do negócio, gerando os produtos de maior valor agregado ao final do ciclo produtivo da floresta (ARCE et al., 2004). Sua mecanização acentuou-se a datar de 1990, quando o Brasil passou a importar máquinas de elevada tecnologia (BRAMUCCI, 2002; PEREIRA, 2011). O que é desconhecido é que este processo de importação de maquinários iniciou-se com a introdução de motosserras, primeiramente, na década de 1960 (LOPES et al., 2001).

Nesta época, as máquinas apresentavam certos defeitos que eram difíceis de realizar a manutenção por causa da falta de peças para tal. Em 1970, as fabricantes instalaram-se no país, trazendo avanço tecnológico que fizeram da motosserra mais leve, eficaz e segura (LOPES et al., 2001).

Embora tenha como principais vantagens o baixo custo de aquisição, a atuação em qualquer tipo de terreno e execução de todas as etapas de corte, a segurança do trabalho ainda influencia o serviço da derrubada de madeira. Alguns estudos salientam que a aplicação de certas ferramentas no momento do corte de derrubada das árvores pode contribuir para a proteção do motosserrista, como o uso de cunhas. Além disso, consegue-se otimizar a colheita, já que a árvore é direcionada o mais próximo possível da posição desejada pelo planejamento realizado anteriormente (SILVA et al., 2003; LINHARES et al., 2012; LINDROOS, GULLBERG e NORDFJELL, 2013; PEREIRA, LOPES e DIAS, 2015).

Assim sendo, torna-se interessante que sejam feitas análises na área de segurança do trabalho, para a contribuição com setor florestal, obtendo-se maiores garantias e melhorias dos serviços realizados em campo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do uso da cunha na operação de corte florestal semimecanizado com motosserra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir qualitativamente as possíveis diferenças entre a aplicação da cunha na derrubada das árvores e sem o uso da mesma;
- Verificar e quantificar se existe aumento na segurança da operação de corte florestal com motosserra.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. MECANIZAÇÃO FLORESTAL

A mecanização da atividade de colheita da madeira no Brasil tem se mostrado consolidada, especialmente pelo fato de reduzir a necessidade de mão de obra, aumentar a qualidade das condições de trabalho, resultar no decréscimo dos custos da madeira posta em fábrica e, também, por favorecer a gestão de abastecimento das unidades fabris, com fornecimentos regulares e que garantem a demanda crescente das indústrias (BRAMUCCI, 2002).

Influenciando a cadeia do processo de mecanização florestal, a motosserra desenvolveu um papel relevante, pois foi gradualmente substituindo o machado e a serra manual nas operações de derrubada, retirada dos galhos, traçamento e destopamento de madeira, sendo a precedente aos maquinários mais sofisticados (RODRIGUES, 2004).

3.2. CORTE E EXTRAÇÃO FLORESTAL

A colheita de madeira trata-se de um grupo de processos desenvolvidos em determinada área florestal, com a finalidade de preparar e disponibilizar este insumo no seu devido local de transporte (MACHADO, 2008 *apud* PEREIRA, 2011). Sant'anna Júnior (1992), citado por Rezende et al. (2005), comenta ainda que as atividades deste processo são corte e extração.

O corte florestal é a primeira fase da colheita e compreende as operações de derrubar, desgallar, seccionar, ou “traçar”, e preparar a madeira para a sua extração e empilhamento (MALINOVSKI e MALINOVSKI 2008). Para Silva (2008), existem dois tipos básicos de corte florestal: o corte raso, realizado em área total, e o desbaste, em que apenas determinado número de árvores são abatidas.

A fase de extração florestal abrange transportar a madeira da área em que foi derrubada até a margem da estrada ou pátio intermediário, de onde será transferida para os consumidores finais (MALINOVSKI e MALINOVSKI, 1998).

3.3. MÉTODOS DE CORTE FLORESTAL

É conhecido que o crescente uso e implementação de maquinários sofisticados na atividade de corte da madeira e que os elevados investimentos nestas tecnologias fazem do Brasil um dos grandes consumidores das máquinas especializadas em cortar, extrair e carregar a madeira. Porém, o método semimecanizado ainda tem sua parcela de atuação no setor florestal, sendo um procedimento em que na colheita da madeira ou em alguma das suas etapas, utiliza-se a motosserra (RAMOS et al., 2015; SANTOS et al., 2015).

Até a década de 1960 praticamente não ocorria o uso de maquinários no meio florestal do país, e o método manual de corte na colheita prevalecia, por falta de tecnologias. Este consistia em utilizar ferramentas como machados e serras, as quais não possuem propulsão mecânica. Atualmente, na busca por maiores produtividades, o método mecanizado de corte é muito empregado, sendo formatado pelo uso de máquinas desenvolvidas para atuar nas atividades da colheita florestal, como por exemplo, Harvester ou Feller-buncher (SANCHES, 2014).

Em alternativa à completa mecanização dos métodos de colheita, o corte de árvores com motosserra permite uma significativa produtividade individual, sendo o seu baixo investimento inicial um dos fatores de maior relevância na sua adoção, além de possibilitar que o trabalho seja feito em locais de acesso dificultado ou terrenos mais acidentados (SANT'ANNA e MALINOVSKI, 2002).

Em um estudo técnico-econômico, Santos et al. (2015) analisaram os métodos mecanizados e semicanizados de colheita florestal, cruzando-os com os sistemas de toras longas e curtas. Os autores concluíram que o sistema de toras curtas com método semimecanizado, composto por motosserra e guindaste, obtivera o menor custo operacional e, além disso, também chegara à maior taxa interna de retorno.

Nesta relação, deve-se também ser considerado que, sendo a colheita florestal o grupo de procedimentos a fim de derrubar, extrair e fazer sortimentos da madeira, esta atividade estará ligada ao planejamento de longo prazo, planejamento operacional da companhia, e será influenciada pelo sistema de extração adotado, além de impactar diretamente os custos de produção da matéria prima (ZAGONEL, CORRÊA e MALINOVSKI, 2008).

Em um quadro apresentado no estudo de Ramos et al. (2015), os autores destacam algumas vantagens e desvantagens do trabalho da colheita de madeira realizado de forma semimecanizada:

QUADRO 1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA MOTOSSERRA

Vantagens	Desvantagens
Baixo custo de aquisição	Periculosidade
Atuação em qualquer condição de terreno	Levado nível de ruído
Execução de todas as operações de corte	Alto esforço físico para operá-la
Maior produtividade comparada ao método manual	Menor rendimento comparado ao método mecanizado

FONTE: Adaptado de RAMOS et al. (2015)

3.4. SEGURANÇA DO TRABALHO NO CORTE FLORESTAL COM MOTOSSERRA

Sabe-se que o corte florestal, independentemente do método adotado, consiste em um ofício de alto risco de ocorrência de acidentes, pois os trabalhadores encontram-se expostos a condições muitas vezes adversas do terreno, específicas da propriedade florestal. Cabe ressaltar que cada plantio apresenta circunstâncias próprias e particularidades a serem notadas, como as interações existentes com o ambiente no qual está inserido. Tais observações são de suma importância para a segurança dos trabalhadores, os quais estão vulneráveis aos riscos oriundos deste serviço (NESI, 2011).

Lindroos, Gullberg e Nordfjell (2013) comentam que as árvores que caem em direções indesejáveis causam acidentes graves e um excesso de trabalho na extração. Diferentes tipos de ferramentas manuais podem ajudar a forçar as árvores a caírem na direção desejada como, por exemplo, as cunhas. Porém, estas ferramentas necessitam de uma avaliação adequada.

Algumas das práticas pertinentes para a segurança no corte semimecanizado correspondem à observação da árvore quanto à sua inclinação e melhor sentido de arraste, limpeza de seu entorno, definição de um direcionamento de queda, além de adotar corretamente o filete de ruptura, o qual evita um rebote da base da árvore contra o operador (PESCADOR et al. 2013).

Operadores de motosserra estão expostos diretamente a riscos físicos, sendo estes ruído e vibração; riscos químicos, pela emissão de gases; riscos biológicos, incluindo fungos, parasitas e bactérias; riscos ergonômicos, por meio do esforço intenso, levantamento e transporte de peso, negligência quanto à postura adequada, ritmos excessivos, jornadas de trabalho prolongadas, repetição das atividades; e riscos de acidentes, com animais peçonhentos, quedas de galhos, e até mesmo da árvore inteira. Dentre essas ameaças, os riscos físicos, ergonômicos e de acidentes são os que mais se destacam (RODRIGUES, 2004).

Em seu estudo, Seixas (1989) já identificara que, por se tratar de uma atividade de elevada intensidade de esforço físico, a operação de corte de árvores depara-se, em algumas regiões, com a dificuldade de contratação de trabalhadores. Tanto pela característica intrínseca desse serviço, como também por haver competição com outras formas de emprego. Dessa maneira, as empresas buscam aumentar a segurança na atividade de corte de árvores.

Dentro do contexto de segurança e melhoria do desempenho das atividades de corte semimecanizado da madeira, alguns equipamentos se fazem essenciais, como o caso do uso de cunhas. Estas simples ferramentas auxiliam a derrubada de árvores de médio a grande porte, como também o traçamento da madeira. Podem ser aplicadas para manter o corte de abate aberto, de forma que o sabre da motosserra não se prenda na madeira, evitando ainda o tombamento da árvore na direção contrária à desejada para a queda. Sua constituição deverá

ser de alumínio, madeira ou plástico, de modo a evitar danos causados entre o contato com a corrente da motosserra (LOPES, 2016).

Muitas vezes, para facilitar o arraste das toras e proteger árvores remanescentes da área, em algumas situações se faz necessário orientar a queda da árvore a ser extraída para uma direção diferente da sua tendência natural. A cunha, inserida no lado de inclinação natural da árvore, atua como um suporte, dificultando a queda nesta direção (AMARAL et al., 1998).

Diversos autores têm comentado acerca da necessidade do desenvolvimento de novos estudos na área florestal que contribuam para a melhor performance da colheita de madeira nas empresas, como pode ser lido nos trabalhos de Silva et al. (2003); Linhares et al. (2012), além do estudo de Pereira, Lopes e Dias (2015), em que os autores pontuam a escassez de pesquisas, principalmente, em povoamentos de pinus, sobre os quais são poucas as informações disponíveis na literatura.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado com dados de uma empresa de base florestal localizada na região sul do estado de Santa Catarina, cujas bases de comercialização são, principalmente, toras de pinus, eucalipto e araucária.

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é representado pelo tipo Cfb, a saber, clima temperado quente ou subtemperado. Algumas literaturas definem como mesotérmico brando 2, sem estação seca definida e verões frescos, sendo o inverno marcado por geadas severas e frequentes. A precipitação anual da região está em torno de 1.300 a 2.400 milímetros (MALUF, 2000; PUCHALSKI, 2004; BRAGA e ALLEGHERE, 1999 *apud* EMBRAPA, 2012).

Os plantios da empresa são, em sua maioria, de pinus. Há, no entanto, diversas áreas em que a silvicultura provém de outros gêneros e espécies, como representado na tabela 1, a seguir:

TABELA 1 – ÁREAS DAS ESPÉCIES CULTIVADAS PELA EMPRESA

Espécie	Área (ha)
<i>Pinus</i> spp.	8734
<i>Araucaria angustifolia</i>	511
<i>Eucalyptus</i> spp.	237
<i>Cupressus lusitanica</i>	47
<i>Cryptomeria japonica</i>	46
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	15
Pesquisas	110
Total	9700

FONTE: Adaptado de A empresa (2018)

De acordo com dados fornecidos pela empresa, constatou-se que a maior parte das áreas de reflorestamentos da companhia está estabelecida em altitudes entre 800 e 1.000 metros, com algumas áreas situadas ligeiramente abaixo do limite inferior. O relevo predominante nos terrenos produtivos da empresa é do tipo ondulado, com uma participação de 54% (EMBRAPA, 2006).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PLANTIOS ESTUDADOS

As áreas dos plantios estudados pertencem à fazenda Moinho Velho. A espécie implantada foi *Pinus taeda* e os indivíduos encontravam-se com 20 anos de idade, em um espaçamento de 2,5 m x 2,5 m. Para a avaliação, instalaram-se quatro parcelas de 1000 m² em quatro diferentes com características semelhantes.

A empresa forneceu as seguintes informações quanto às variáveis dendométricas médias das árvores encontradas nos talhões em que foi aplicado o corte raso dos indivíduos, e onde o estudo fora conduzido:

TABELA 2 – VALORES DAS ÁRVORES PLANTADAS NOS TALHÕES ANALISADOS

VARIAÇÃO DO DAP (cm)	ALTURA MÉDIA (m)	VOLUME MÉDIO INDIVIDUAL (m ³)
41 – 43	35	2,3

FONTE: Adaptado de NIETZEL e SIROTTI (2017)

Tais informações são relevantes para o processo de escolha das cunhas e seus tamanhos. O tipo de cunha utilizada neste estudo foi a cunha mecânica *Koller* com peso de 3Kg e capacidade de suporte de 20 toneladas.

Foi utilizado para operação de corte dois motosserristas experientes, onde foi analisada a atividade de derrubada, sendo que ambos atuaram nos dois diferentes tratamentos aplicados no estudo. Os trabalhadores utilizaram EPIs adequados e motosserras da marca STHIL (FIGURA 1). Para a medição dos ângulos em graus da direção real de queda, direção ideal e direção natural, foram utilizadas bússolas.

FIGURA 1 - ILUSTRAÇÃO DE MOTOSSERRA UTILIZADA NA OPERAÇÃO DE CORTE



FONTE: STIHL (2017). Imagem meramente ilustrativa.

Ao total, as áreas somavam 160 árvores, das quais foi possível analisar a direção real da queda de 137 por questões meteorológicas, presença de obstáculos ou Área de Preservação Permanente (APP).

4.3 COLETA DE DADOS E ANÁLISES

As quatro parcelas constituintes do estudo receberam dois tipos de tratamentos: em duas parcelas, os motosserristas não utilizaram cunha no processo de derrubada, sendo este o procedimento adotado atualmente na empresa. Já nos outros dois talhões, os trabalhadores fizeram uso da cunha mecânica, sendo que um trabalhador é o motosserrista, realizando os procedimentos do corte em si na árvore, enquanto o outro auxilia colocando e acionando a cunha mecânica. A figura 2 mostra uma cunha mecânica semelhante à usada no estudo.

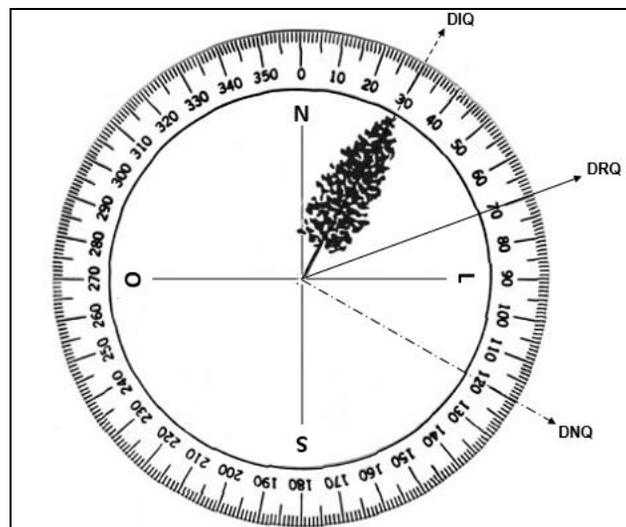
1FIGURA 2 - CUNHA MECÂNICA



FONTE: KOLLER, 2018

Observou-se a direção natural de queda (DNQ) das árvores, sendo esta uma tendência individual da planta. Uma direção ideal de queda (DIQ) fora também estabelecida para as árvores, conforme as condições do talhão em que se encontravam e com o propósito de facilitar a extração das árvores para a beira da estrada florestal. Com o fim da derrubada do indivíduo, observou-se a direção de queda (DRQ) em que cada árvore caíra, mensurando-se esta diferença em graus ($^{\circ}$), como pode ser visto na figura 3.

FIGURA 3 - ESQUEMA DAS DIREÇÕES IDEAL, NATURAL E REAL DE QUEDA DA ÁRVORE



FONTE: A Autora (2018)

Adotou-se que uma árvore é derrubada de forma “errada” quando este ângulo é maior que 45° entre a direção definida para o talhão e sua direção real de queda. Em alguns casos específicos, foi necessário definir uma direção ideal de queda diferente para alguns indivíduos daquela estabelecida para a maior parte do talhão, por circunstâncias particulares, como obstáculos e presença de Área de Preservação Permanente (APP). A compilação dos dados pode ser encontrada nos apêndices I, II e III deste trabalho.

As árvores foram agrupadas em classes de 15 em 15 graus de diferença de queda ideal e real - a saber: 0 a $15,9^\circ$, 16 a $30,9^\circ$, 31 a $45,9^\circ$, 46 a $60,9^\circ$, 61 a 90° e mais que 90° de diferença -, para a melhor visualização e comparação entre as que foram abatidas com o uso de cunha e aquelas em que não utilizaram a ferramenta.

Na derrubada das árvores, as seguintes considerações foram feitas:

- Observação da direção natural de queda (DNQ): inclui análise da copa e da forma do tronco dos indivíduos;
- Fitossanidade das árvores;
- Possibilidade de engaiolamento na queda;
- Definição da rota de fuga dos trabalhadores, especialmente sem o uso das cunhas, em que há maior incerteza quanto à direção de queda;

A figura 4 ilustra alguns momentos da etapa de derrubada das árvores.

FIGURA 4 - ETAPAS DO PROCESSO DE DERRUBADA DAS ÁRVORES



FONTE: Adaptado de NIETZEL e SIROTTI (2017)

LEGENDA: A) Marcação das árvores
B) Observação da DNQ antes do corte
C) Colocação da cunha antes do corte de tombamento
D) Direção em que as árvores caíram

Também foi possível avaliar em três parcelas a condição dos ventos e a influência da cunha com relação a este fator meteorológico, como pode ser visto nos apêndices. Para efeitos de comparação, portanto, analisaram-se apenas a derrubada realizada pelo operador A, para não haver a influência do fator humano já que não houve registros dos ventos na última parcela. As observações foram feitas com categorias de vento ausente, moderado e forte.

A tabulação dos dados deu-se através de planilhas eletrônicas do programa Microsoft Excel, e a interpretação dos mesmos constituiu-se de forma direta, com uma análise estatístico-descritiva entre as diferenças dos próprios resultados, por ainda não haver literaturas com as quais as informações do presente trabalho pudessem ser confrontadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Podem ser observadas na tabela 3, as classes em graus definidas para agrupar as respectivas quantidades de árvores caídas nas direções reais de queda sem o uso da cunha. Os resultados completos encontram-se compilados no APÊNDICE I.

TABELA 3 - RESULTADO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE DISTRIBUIÇÃO DA DRQ SEM O USO DA CUNHA

Tratamento 1 - Sem uso da cunha	
Classe de direções (°)	Nº de árvores caídas
0 - 15	23
16 - 30	14
31 - 45	5
46 - 60	1
61 - 75	1
76 - 90	0
> 90	19
TOTAL	63

FONTE: A Autora (2018)

No tratamento em que se fez o uso da ferramenta, o agrupamento dos resultados pode ser visto na tabela 4, e de forma completa nos apêndices II e III.

TABELA 4 - RESULTADO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE DISTRIBUIÇÃO DA DRQ COM O USO DA CUNHA

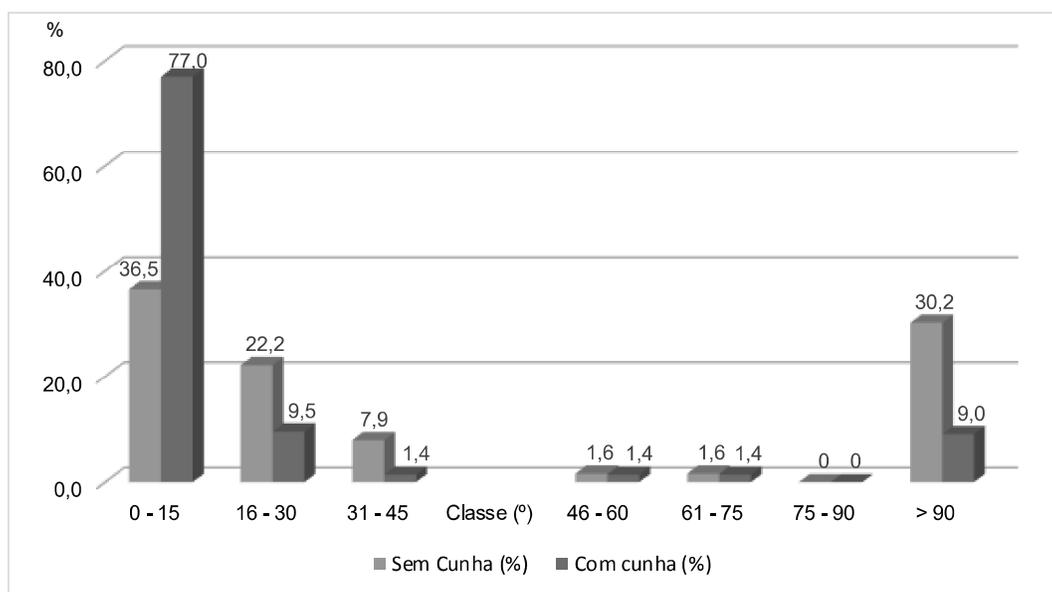
Tratamento 2 - Com uso da cunha	
Classe de direções (°)	Nº de árvores caídas
0 - 15	57
16 - 30	7
31 - 45	1
46 - 60	1
61 - 75	1
76 - 90	0
> 90	7
TOTAL	74

FONTE: A Autora (2018)

Nota-se, pela observação dos dados da tabela 4, que sete árvores caíram na classe superior a 90 graus de diferença entre DRQ e DIQ, o que provoca uma total mudança de direção do indivíduo, podendo causar danos e acidentes. Isso pode ser explicado devido a condições de ventos e clima, fatores limitantes da operação de derrubada.

Para melhor visualização, estes resultados são apresentados na figura 5, na qual observa-se a porcentagem das árvores que caíram dentro das classes estabelecidas, cada classe de porcentagem em relação ao seu total de árvores, já que este difere para cada tratamento.

FIGURA 5 – PORCENTAGEM DE ÁRVORES CAÍDAS POR CLASSE DE DISTRIBUIÇÃO DAS DIREÇÕES REAIS DE QUEDA NOS TRATAMENTOS APLICADOS



FONTE: A autora (2018)

De acordo com a Figura 5, o uso da cunha revela-se essencial, pois houve um ganho de 40,5% para as árvores que tiveram sua queda com uma diferença de até 15° daquela estabelecida para o seu talhão. Nota-se também que na última classe, em que árvores cairiam no pior cenário, mudando completamente de direção, reduziu-se essa frequência por meio do auxílio da cunha no momento do abate.

Estas observações confirmam que o uso da cunha pode elevar a segurança do trabalhador florestal. De acordo com Lindroos (2013), uma incerteza no momento de derrubada das árvores contribui para o perigo aos trabalhadores, e que algumas ferramentas como a cunha podem aumentar a garantia de sucesso na direção de queda desejada para a planta.

Para a análise realizada na observação dos ventos com o motosserrista A, encontram-se as seguintes situações:

- Nas derrubadas da parcela sem o uso da cunha para condições de vento ausente ou presente, a incidência de árvores caídas erradas (acima de 45° da direção ideal) foi de 30%;
- Nas derrubadas da parcela em que foi feito o uso da cunha, a incidência de árvores caídas em direção errada foi de 17,6% com presença de ventos em todos os momentos de derrubada nesta parcela.

Nesi (2011), em seu trabalho intitulado “Identificação dos riscos associados ao corte semimecanizado de eucalipto e pinus na exploração florestal”, destaca que o vento é uma variável importante para a caracterização de risco neste ofício. Portanto, uma redução na frequência de árvores que sejam derrubadas em outras direções que não sejam a desejada traz uma melhoria para a segurança do trabalhador florestal. A mesma conclusão pode ser encontrada em Minetti et al (1998).

6 CONCLUSÕES

Constatou-se uma melhoria representativa no direcionamento de queda das árvores.

O uso da cunha proporcionou uma maior garantia na segurança do trabalho para os motosserristas, influenciada pelo direcionamento real de queda das árvores.

A cunha auxiliou nas condições de vento avaliadas, reduzindo suas influências.

Há o potencial para otimizar a colheita em geral, reduzindo a necessidade de replanejamento dentro do maciço florestal.

7 RECOMENDAÇÕES

Sendo conhecidos os obstáculos ao desenvolvimento de pesquisas na área de segurança do trabalho florestal, e muito mais a complicação da disponibilidade e acesso a informações acerca de acidentes, riscos e perigo envolvendo os operadores de motosserra, torna-se necessário aderir a métodos que tanto façam um diagnóstico destes riscos como também possibilitem o armazenamento desses dados para consulta e desenvolvimento de melhorias nas empresas.

Por ser a motosserra um equipamento bastante difundido, é natural que evoluções surjam com o tempo, trazendo aperfeiçoamento para a operação semimecanizada. Desta forma, recomenda-se a adoção frequente das novas metodologias, tecnologias e materiais disponíveis ao setor florestal, quando se mostrarem viáveis, como é o caso das cunhas para corte e derrubada de árvores, que ainda apresenta a vantagem de ser uma ferramenta muito simples, e eficiente com o seu objetivo proposto.

No âmbito da pesquisa desenvolvida e estudos futuros, a sugestão seria aderir, do ponto de vista estatístico, um método de análise para a avaliação dessa categoria de valores e unidades utilizados como foco do atual trabalho (direção em graus), bem como conhecer o número suficiente de árvores para realizar a análise estatística.

REFERÊNCIAS

AMARAL, P.; VERRISSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre**. Um manual para a produção de madeira na Amazônia. Disponível em: <<https://www.ufrb.edu.br/biblioteca/documentos/category/9-floresta-para-sempre-um-manual-para-a-producao-de-madeira-na-amazonia>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

ARCE, J.E.; MACDONAGH, P.; FRIEDL, R.A. Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fustes individuais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.207-217, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n2/20985.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2018.

BRAMUCCI, Marcelo. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "Harvesters" na colheita de madeira**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. doi: 10.11606/D.11.2002.tde-02052002-083723. Acesso em: 19 abr. 2018.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Distrito Federal. 2006. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 7 mai 2018.

EMBRAPA. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil**. Brasília, Distrito Federal. 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/Atlas-climatico-da-regiao-Sul-do-Brasil.pdf>>. Acesso em: 7 mai. 2018.

GONCALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests**, v. 70, n. 2. [S.I.]: 2008. Resumo. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2989/SOUTH.FOR.2008.70.2.6.534>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

LINDROOS, O. GULLBERG, T. NORDFJELL, T. Torques from Manual Tools for Directional Tree Felling. **International Journal of Forest Engineering**, v. 18,

jun./2013, Resumo. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14942119.2007.10702549>.
 Acesso em: 20 mai. 2018.

LOPES, E. S.; MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C. **Operação e Manutenção de Motosserras**. Manual Técnico. 2001. Acesso em: 19 jun. 2018.

LOPES, E. S. Segurança no corte de madeira com motosserras. **Husqvarna**, [S.l.], jun/2016. Disponível em:
<http://www.mundohusqvarna.com.br/coluna/seguranca-no-corte-de-madeira-com-motosserras/>. Acesso em: 1 jun. 2018.

MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, J. R. Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na Região Sul do Brasil. Curitiba: **FUPEF**, 1998. 138p. Acesso em: 20 jun. 2018.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, RS, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000. Resumo. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/rba/p14181.html>. Acesso em: 3 mai. 2018.

MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C.; BAETA, F. C.; FIEDLER, N. C. Análise da influência de fatores climáticos no corte florestal com motosserra. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 521 – 526, 1998. Disponível em:
https://books.google.com.br/books?id=7j6aAAAIAAJ&pg=PA533&lpg=PA533&dq=influencia+do+vento+na+derrubada+%C3%A1rvores+motosserra&source=bl&ots=iNb_GmVFL0&sig=bBZm7nMI0qUiGyMEKICpogOFcCg&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwilz9aip8XbAhWHhpAKHXbwBIUQ6AEIPTAG#v=onepage&q=influencia%20do%20vento%20na%20derrubada%20%C3%A1rvores%20motosserra&f=false. Acesso em: 8 jun. 2018.

NESI, Marcos. **Identificação dos riscos associados ao corte semimecanizado de eucalipto e pinus na exploração florestal**. 2011. 57 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) –Programa de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2011. Disponível em:
<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/824/Marcos%20Nesi.pdf?sequenc e=1>. Acesso em: 29 mai. 2018.

NIETZEL, S. SIROTTI, I. **Otimização de segurança no trabalho dos motosserristas**. Relatório Técnico Florestal Gateados. 2017. *Pen drive*. Acesso 1 jun. 2018.

PEREIRA, A. L. N. **Avaliação de um sistema de colheita de *Pinus taeda* L. em diferentes produtividades do povoamento**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, PR. 2011. Disponível em: <https://www.unicentro.br/ppgcf/dissertacoes/andre_nasser.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2018.

PEREIRA, A. L. N.; LOPES, E. S.; DIAS, A. N. **Análise técnica e de custo do Feller-buncher e Skidder na colheita de Madeira em diferentes produtividades do povoamento**. Ciência Florestal. Santa Maria, RS. v. 25, n. 4, p. 981-989, out./dez., 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v25n4/0103-9954-cflo-25-04-00981.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2018.

PUCHALSKI, A. **Variações edafo-climáticas e ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* (bert.) O. Kuntze no estado de Santa Catarina**. 85 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87978/206046.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 7 mai. 2018.

REZENDE, J. L. P.; COELHO JR. L. M.; OLIVEIRA, A. D. de; MARTUCCI, P. **Levantamento da literatura econômica da colheita e da exploração florestal no Brasil, no período 1970-2005**. 7º Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal – SIF. Viçosa, MG. 2005. Disponível em: <<ftp://ftp.ufv.br/def/Sif/2005%2009%20-%20VII%20Simposio%20Brasileiro%20sobre%20Colheita%20e%20Transporte%20Florestal/Art01-01-14.PDF>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

RODRIGUES, P. M. C; **Levantamento dos riscos dos operadores de motosserra na exploração de uma floresta nativa**. 2004. 82 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 2004. Disponível em: <www.portal.ufra.edu.br/.../1026>. Acesso em: 29 mai. 2018.

SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74408111.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

SANCHES, N. S. Colheita Florestal: História e Sistemas de Colheita. **Colheita de Madeira**. Disponível em: <https://colheitademadeira.com.br/noticias/colheita_florestal__historia_e_os_sistemas_de_colheita/>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SEIXAS, F. **Mecanização e exploração florestal**. Piracicaba: LCF/ESALQ/USP, 1989. Apostila de Colheita Florestal. *Pen drive*. Acesso em: 11 abr. 2018.

SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "Feller-buncher" utilizado na colheita de eucalipto. **Revista Cerne**. Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003. Disponível em: <https://colheitademadeira.com.br/wp-content/uploads/publicacoes/62/avaliacao_ergonomica_do_%E2%80%9Cfeller-buncher%E2%80%9D_utilizado_na_colheita_de_eucalipto.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2018.

SILVA, E. N. da. **Avaliação técnica e econômica do corte de pinus com harvester**. Dissertação de mestrado, 61 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2976/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de jun. de 2018.

ZAGONEL, R; CORRÊA C. M. C; MALINOVSKI, J. R. Análise da densidade ótima de estradas de uso florestal em relevo plano de áreas com produção de pinus taeda. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 33-41, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr77/cap04.pdf>>. Acesso em: 7 mai. 2018.

APÊNDICE I

APÊNDICE I - DADOS OBTIDOS NO TRATAMENTO SEM USO DE CUNHA, OPERADORES A E B (CONTINUA)

Tratamento 1 - Sem uso da cunha										
Operador	Nº da árvore	DAP (cm)	DIQ (°)	DNQ (°)	DRQ (°)	Ângulo entre DRQ e DIQ (°)	Vento			
A	1	49	NE	30	SO	124	S	195	165	Au
A	2	44	NE	30	N	347	S	191	161	Au
A	3	45	NE	30	NO	349	N	22	8	Au
A	4	37	NE	30	NE	41	NE	25	5	Au
A	5	44	NE	30	NE	57	SO	210	170	Au
A	6	60	NE	30	N	3	N	25	5	Au
A	7	45	NE	30	N	10	N	15	15	Au
A	8	36,5	NE	30	L	100	L	218	173	Au
A	9	45,6	NE	30	N	11	N	1	29	Au
A	10	38,2	NE	30	N	347	NE	24	6	Au
A	11	41,6	NE	30	N	356	N	7	23	Au
A	12	56,5	NE	30	NO	310	N	13	17	Au
A	13	52	NE	30	L	104	N	19	11	Au
A	14	46	NE	30	S	187	SO	207	177	Mo
A	15	46,5	NE	30	NO	335	N	358	32	Au
A	16	51,8	NE	30	L	74	SO	211	179	Au
A	17	46	NE	30	N	357	NE	40	10	Mo
A	18	52	NE	30	N	338	NE	29	1	Mo
A	19	41,5	NE	30	S	180	N	18	12	Mo
A	20	48,5	NE	30	N	7	NO	52	22	Mo
A	21	45,5	NE	30	N	338	N	13	17	Mo
A	22	45,3	NE	30	L	92	NE	40	10	Au
A	23	55	NE	30	SO	118	NE	63	33	Au
A	24	56,5	NE	30	L	112	NE	67	37	Au
A	25	45,3	NE	30	L	102	SO	206	176	Au
A	26	52,5	NE	30	S	179	SO	218	172	Mo
A	27	61	NE	30	S	164	NE	62	32	Mo
A	28	47,3	NE	30	S	198	S	195	165	Mo
A	29	55,5	NE	30	L	285	S	199	169	Mo
A	30	44,8	NE	30	S	190	N	14	16	Mo
A	31	44,8	NE	30	N	3	N	41	11	Mo
A	32	42,5	NE	30	SO	149	NE	61	31	Mo
A	33	38,7	NE	30	SO	230	L	255	135	Mo
A	34	36,6	NE	30	NO	335	NE	55	25	Fo

A	35	42,5	NE	30	NE	55	SO	218	172	Fo
A	36	39	NE	30	NO	302	NE	40	10	Fo
A	37	52	NE	30	NO	315	S	178	148	Au
A	38	52,5	NE	30	S	180	S	167	137	Fo
A	39	50,5	NE	30	S	165	SO	220	170	Fo
A	40	36	NE	30	NO	316	L	320	70	Fo
B	1	45,5	S	210	SO	205	S	225	15	Fo
B	2	35	S	210	NO	316	S	230	20	Fo
B	3	46	S	210	N	346	S	215	5	Fo
B	4	51,7	S	210	L	85	S	230	20	Fo
B	10	39,6	S	210	NO	294	N	35	175	Fo
B	14	14,5	S	210	S	165	S	210	0	Fo
B	16	45,2	S	210	S	178	S	210	0	Fo
B	18	57	N	30	NO	334	N	35	5	Fo
B	19	40	S	210	L	93	S	220	10	Fo
B	20	37,6	N	30	N	354	S	245	145	Fo
B	22	45	S	210	S	194	S	210	0	Fo
B	23	40,5	S	210	O	275	S	220	10	Fo
B	24	37	S	210	NO	337	O	330	120	Fo
B	26	56,5	S	210	-	-	O	330	120	Fo
B	28	38,1	S	210	S	160	S	230	20	Fo
B	34	41,6	S	210	N	12	S	240	30	Fo
B	35	37,5	S	210	N	0	S	240	30	Fo
B	36	39,6	S	210	N	12	S	215	5	Fo
B	37	57	S	210	S	192	S	215	5	Fo
B	40	44	S	205	NE	39	S	225	15	Fo
B	41	48	S	205	N	353	S	260	50	Fo
B	42	58,5	S	210	L	79	S	185	25	Fo
B	43	63	S	210	SE	116	S	235	25	Fo

FONTE: Adaptado de NIETZEL e SIROTTI (2017)

Legenda: Au: ausente;

Mo: moderado;

Fo: forte.

APÊNDICE II

APÊNDICE II - DADOS OBTIDOS NO TRATAMENTO COM USO DE CUNHA, OPERADOR A

Tratamento 2 - Com uso da cunha										
Operadores	Nº da árvore	DAP (cm)	DIQ (°)	DNQ (°)	DRQ (°)	Ângulo entre DIQ e DRQ (°)				Vento
	1	38	S 205	NE 30	SO 213	8				Fo
	2	41	S 205	N 6	S 200	5				Fo
	3	47	S 205	NE 33	S 194	11				Fo
	4	35,7	S 205	NE 30	S 199	6				Fo
	5	54,6	S 205	SE 152	SO 206	1				Fo
	6	60	S 205	L 107	S 199	6				Fo
	7	47,2	S 205	SE 128	S 196	9				Fo
	8	46	S 205	NE 35	SO 217	12				Fo
	9	38,5	S 205	N 14	E 87	118				Fo
	10	34	S 205	NE 29	S 199	6				Fo
	11	48,7	S 205	S 163	N 14	169				Fo
	12	33,9	S 205	SO 205	S 184	19				Fo
	13	36,7	S 205	N 349	SO 215	10				Fo
	14	43,2	S 205	N 10	S 199	6				Fo
	15	48	S 205	S 160	SO 208	3				Fo
	16	40	S 205	NE 27	SO 204	1				Fo
A - motosserra	17	57,6	S 205	N 2	S 216	11				Fo
B - cunha	18	51,1	S 205	N 20	O 212	7				Fo
	19	38,6	S 205	SO 240	S 197	8				Fo
	20	52,5	S 205	L 110	S 206	1				Fo
	21	47	S 205	N 352	O 216	11				Fo
	22	41	S 205	N 7	SO 203	2				Fo
	23	31	S 205	SE 101	S 191	14				Fo
	24	56,7	S 205	L 106	SO 210	5				Fo
	25	38,5	S 205	O 284	S 193	12				Fo
	26	53,2	S 205	NO 325	S 194	11				Fo
	27	57	S 205	NE 31	NE 30	175				Fo
	28	41	S 205	N 355	S 202	3				Fo
	29	34,4	S 205	SO 235	S 200	5				Fo
	30	37,5	S 205	N 0	S 188	17				Fo
	31	38,7	S 205	L 103	E 91	114				Fo
	32	36	S 205	NE 30	E 81	124				Fo
	33	44,7	S 210	N 356	S 265	55				Fo
	34	38,6	S 210	S 171	S 245	35				Fo

FONTE: Adaptado de NIETZEL e SIROTTI (2017). Legenda: vide apêndice I.

APÊNDICE III

APÊNDICE III - DADOS OBTIDOS NO TRATAMENTO COM USO DE CUNHA, OPERADOR B (CONTINUA)

Tratamento 2 - Com uso da cunha									
Operadores	Nº da árvore	DAP (cm)	DIQ (°)	DNQ (°)	DRQ (°)	Ângulo entre DIQ e DRQ (°)	Vento		
	1	42	S 210	NE 41	S 210	0	-		
	2	42,1	S 210	SE 131	S 240	30	-		
	3	49,5	S 210	S 184	S 190	20	-		
	4	44	S 210	N 50	S 220	10	-		
	5	41	S 210	N 18	O 280	70	-		
	7	38,5	S 210	S 188	S 210	0	-		
	8	52,8	S 210	NO 316	S 215	5	-		
	9	50	S 210	N 7	S 215	5	-		
	10	51,3	S 210	N 60	S 220	10	-		
	11	51,5	S 210	NO 335	S 210	0	-		
	12	41	S 210	SE 120	S 210	0	-		
	13	52,5	S 210	N 17	S 210	0	-		
	14	43	S 210	L 110	S 210	0	-		
	15	47,5	S 210	NO 330	S 210	0	-		
	16	36,5	S 210	SE 143	S 215	5	-		
	17	35,5	S 210	SE 136	S 210	0	-		
B - motosserra	18	53	S 210	NO 332	S 230	20	-		
A - cunha	19	63	S 210	S 175	S 210	0	-		
	20	42,5	S 210	L 92	N 60	150	-		
	21	46	S 210	SE 145	S 210	0	-		
	22	45,5	S 210	SE 145	S 220	10	-		
	23	48,5	S 210	SE 149	S 220	10	-		
	24	51	S 210	S 186	S 230	20	-		
	25	43	S 210	SE 144	S 215	5	-		
	26	42,5	S 210	L 86	S 215	5	-		
	27	38,5	S 210	NE 44	S 210	0	-		
	28	41	S 210	L 86	N 50	160	-		
	29	46	S 210	SE 151	S 225	15	-		
	30	55	S 210	NO 325	S 215	5	-		
	31	51,5	S 210	NE 27	S 215	5	-		
	32	52	S 210	S 179	S 225	15	-		
	33	43	S 210	L 103	S 210	0	-		
	34	54,5	S 210	S 159	S 180	30	-		
	35	52,5	S 210	SE 152	S 210	0	-		

36	46,5	S	210	S	169	S	215	5	-
37	52	S	210	NE	61	S	210	0	-
38	39,5	S	210	S	177	S	210	0	-
39	52,5	S	210	L	107	S	220	10	-
40	42	S	210	NE	66	S	210	0	-
41	75	S	210	N	30	S	210	0	-

FONTE: Adaptado de NIETZEL e SIROTTI (2017). Legenda: vide apêndice I.