

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA  
FLORESTAL MECANIZADA COM ÊNFASE NA EXPOSIÇÃO  
HUMANA ÀS VIBRAÇÕES MECÂNICAS**

**SIMONE FORMIGONI ALMEIDA**

CAMPINAS  
NOVEMBRO DE 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA  
FLORESTAL MECANIZADA COM ÊNFASE NA EXPOSIÇÃO  
HUMANA ÀS VIBRAÇÕES MECÂNICAS**

Dissertação de Mestrado submetida à banca  
examinadora para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Agrícola na área de  
concentração de Planejamento e  
Desenvolvimento Rural Sustentável.

**SIMONE FORMIGONI ALMEIDA**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão**

**Co-orientador: Prof. Dr. Mauro J. A. Tereso**

CAMPINAS

NOVEMBRO DE 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

AL64a Almeida, Simone Formigoni  
Análise de fatores ergonômicos da colheita florestal  
mecanizada com ênfase à exposição humana às vibrações  
mecânicas / Simone Formigoni Almeida. --Campinas, SP:  
[s.n.], 2011.

Orientadores: Roberto Funes Abrahão, Mauro José  
Andrade Tereso.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Ergonomia. 2. Colheita florestal. I. Abrahão,  
Roberto Funes. II. Tereso, Mauro José Andrade. III.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Agrícola. IV. Título.

Título em Inglês: Analysis of ergonomic's factors at forest harvesting mechanized  
with emphasis on human exposure to mechanical vibrations

Palavras-chave em Inglês: Ergonomics, Harvesting

Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Uiara Bandineli Montedo, Luciano José Minette

Data da defesa: 24-11-2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Dissertação de Mestrado** defendida por **Simone Formigoni Almeida**, aprovada pela Comissão Julgadora em 24 de novembro de 2011, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

**FEAGRI**

**Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão – Presidente e Orientador**  
Feagri/Unicamp

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Uiara Bandineli Montedo - Membro Titular**  
Poli/USP

**Prof. Dr. Luciano José Minette - Membro Titular**  
UFV

**Faculdade de Engenharia Agrícola**  
**Unicamp**

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão ao Criador!

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão pela orientação, ao Prof. Dr. Mauro J. A. Tereso pela co-orientação e a ambos pela confiança e incentivo.

Agradeço à FAPESP pelo financiamento do projeto, cujos recursos foram imprescindíveis para a realização desta pesquisa e a CAPES pela bolsa de estudos.

Agradeço à empresa e aos operadores de máquina de colheita florestal que se dispuseram a participar desta pesquisa, em especial pela atenção e gentileza que dispensaram a mim em todas as ocasiões; muito obrigada.

Agradeço à minha família pela compreensão por tantas ausências, especialmente aos meus pais e meu esposo Diogo e principalmente às minhas filhas, Nathália e Letícia, que mesmo ainda crianças tentaram compreender todas as vezes em que eu lhes disse “agora não posso” quando pediam minha participação em alguma de suas brincadeiras.

Agradeço a alguém que admiro muito, que sempre se mostra um espírito de doação e dedicação a todos que dela precisam, pois sem sua ajuda eu não teria conseguido terminar este trabalho em tempo hábil, Sra. Gertrudes, minha sogra.

Agradeço ao amigo José Luiz Lopes, Engenheiro de Segurança do Trabalho, pelo apoio técnico.

Agradeço a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para que este trabalho fosse concluído, com suas torcidas, preces e conselhos sempre incentivadores e confiantes no meu trabalho.

Gratidão!

*“O Pai não escolhe os capacitados, mas capacita os escolhidos!”*

*Hindu.*

## RESUMO

A colheita florestal mecanizada tem sido objeto de estudos ergonômicos no Brasil e no exterior, onde as pesquisas focam na avaliação de aspectos dimensionais e de usabilidade das máquinas de colheita disponíveis no mercado, visando a melhoria dos projetos e da segurança e saúde dos operadores. Entretanto, ainda são poucas as pesquisas direcionadas ao operador em particular e aos diversos aspectos que compõem sua tarefa.

Este trabalho buscou ampliar os conhecimentos sobre a tarefa do operador de máquinas de colheita florestal, em particular os operadores das máquinas Feller-Buncher, Skidder e Garra Traçadora. Também teve por objetivo quantificar os níveis de vibração linear a que estes operadores ficam expostos durante a jornada de trabalho.

Foi realizada uma Análise Ergonômica do Trabalho durante onze meses, através de visitas ao campo, fotos, filmagens e entrevistas, além das informações obtidas através de questionário, visando caracterizar a população envolvida, bem como conhecer a opinião desses trabalhadores sobre as máquinas e a tarefa. As medições dos níveis de vibração linear com três graus de liberdade foram realizadas com a utilização do acelerômetro piezoelétrico instalado no assento dos três modelos de máquinas e um medidor integrador de vibração triaxial, de acordo com as normas internacionais ISO 2631-1:1997, no critério saúde, e da Diretiva 2002/44 da Comunidade Européia.

As medições dos níveis de vibração apontaram que, tanto o Skidder quanto o Feller-Buncher apresentaram níveis acima das recomendações da norma ISO e o Nível da Ação do Valor Limite de Exposição (NA/VLE) para as duas máquinas se mostraram acima das recomendações da diretiva européia 2002/44. A Garra Traçadora apresentou os menores níveis vibratórios, embora o NA/VLE esteja acima do recomendado pela diretiva européia.

A tarefa do operador de máquina de colheita florestal mostrou-se bastante complexa e de alta exigência cognitiva e motora. Apesar da sofisticação tecnológica das máquinas de colheita florestal, ainda há muito que melhorar quanto às vibrações mecânicas a que estão sujeitos os operadores.

**Palavras-chave:** ergonomia; colheita mecanizada; operador de máquina florestal; vibração de corpo inteiro.

## **ABSTRACT**

Mechanized logging has been the subject of ergonomic studies in Brazil and abroad, with research focused on evaluation of dimensional aspects and the usability of logging equipment on the market aimed at improving projects and the health and safety of operators. However, there has been little research directed specifically to the operator and the various aspects of his activities.

This study aimed to expand the knowledge about the operator's activities with logging equipment, specifically operators of Feller-Buncher Buncher, Skidder and Slash Grapple machines. It has also sought to quantify the linear vibration levels that these operators are exposed to during the workday.

An Ergonomic Analysis was performed for eleven months, through field visits, photos, video footage and interviews, as well as information obtained through a questionnaire, in order to characterize those involved, and understand the opinion of these workers regarding their equipment and their job. Linear vibration level measurements with three degrees of freedom were performed using the piezoelectric accelerometer fitted on three machine models and a meter integrator of triaxial vibration, in accordance with international standards ISO 2631-1:1997, health criteria, and the 2002/44/EC.

Measurements of vibration levels indicated that both the Skidder and Feller-Buncher had levels above ISO recommendations and the Exposure Action and Limit Values (EAV / ELV) for the two machines were above the recommendations of the 2002/44/EC. The Slash Grapple machine showed the lowest vibrational levels, although the EAV / ELV was above that recommended by the European policy.

The operator's activities with logging equipment proved to be very complex, requiring highly demanding cognitive and motor skills. Despite the technological sophistication of logging equipment, there is still much room for improvement with regard to the effects of mechanical vibration on their operators.

**Keywords:** ergonomics, mechanical harvesting, logging equipment operator; whole body vibration.

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Páginas</b>
FIGURA 01	Interação Homem-Máquina.....	16
FIGURA 02	Esquema do método da AET.....	19
FIGURA 03	Modelo Mecânico do Corpo Humano – Ressonâncias.....	26
FIGURA 04	Coordenadas Ortogonais – eixos $x$ , $y$ e $z$ .....	27
FIGURA 05	Gráfico Guia de Efeitos à saúde: ISO 2631-1:1997 .....	29
FIGURA 06	Adaptação do gráfico guia de efeitos à saúde da ISO 2631-1:1997...	30
FIGURA 07	Equações $a$ e $b$ de Griffin.....	30
FIGURA 08	Síntese da Diretiva 2002/44/CE.....	31
FIGURA 09	Sistema excitado pelo movimento do ponto suporte.....	32
FIGURA 10	Gráfico das equações 2.5 e 2.6.....	34
FIGURA 11	Acelerômetro no assento da máquina.....	40
FIGURA 12	HVM 100 preso na cintura do operador.....	40
FIGURA 13	Gráfico: Escolaridade dos operadores.....	44
FIGURA 14	Gráfico: Faixa etária dos operadores.....	44
FIGURA 15	Gráfico: Senioridade na empresa e função.....	43
FIGURA 16	Organograma do Departamento de Colheita Florestal da empresa....	44
FIGURA 17	Turnos e Rodízios.....	46
FIGURA 18	Feller-Buncher 860 C Tigercat.....	49
FIGURA 19	Skidder 635 D 6x6 Tigercat.....	49
FIGURA 20	Garra Traçadora 320C L Caterpillar.....	49
FIGURA 21	Medidas 1 – Feller-Buncher.....	50
FIGURA 22	Medidas 2 – Feller-Buncher.....	50
FIGURA 23	Painel à direita do operador – Feller-Buncher.....	51
FIGURA 24	Painel na coluna frontal – Feller-Buncher.....	51
FIGURA 25	Medidas Skidder 635 D.....	52
FIGURA 26	Painel frontal Skidder 635 D.....	53
FIGURA 27	Vista Geral – Interior da cabine Skidder 635 D.....	53
FIGURA 28	Computador de bordo – Skidder 635 D.....	53
FIGURA 29	Painel lateral – Gabarito – Skidder 635 D.....	54
FIGURA 30	Medidas da Garra Traçadora .....	55
FIGURA 31	Conjunto de corte: pinça e sabre.....	55
FIGURA 32	Alavancas e pedais – Garra Traçadora.....	56
FIGURA 33	Joystick Direito – Garra Traçadora.....	56
FIGURA 34	Joystick Esquerdo – Garra Traçadora.....	57
FIGURA 35	Vista geral dos controles – Garra Traçadora.....	57
FIGURA 36	Botões para situações de emergência – Garra Traçadora.....	57
FIGURA 37	Painel à direita do operador – Garra Traçadora.....	58
FIGURA 38	Controles Ar Condicionado – Garra Traçadora.....	58
FIGURA 39	Controles faróis e trava da serra – Garra Traçadora.....	58

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Páginas</b>
FIGURA 40	Assento com amortecedor pneumático e regulagem da calibragem....	63
FIGURA 41	Mãos e Joystick.....	64
FIGURA 42	Botões do joystick.....	64
FIGURA 43	Gráfico: Conteúdo da tarefa do operador – Monotonia e Cansaço.....	65
FIGURA 44	Gráfico: desconforto físico.....	66
FIGURA 45	Gráfico: Predominância de dor.....	67
FIGURA 46	Gráfico: Quantidade de áreas dolorosas.....	67
FIGURA 47	Classificação Brasileira de Ocupação (CBO – 2002).....	68
FIGURA 48	Acesso à cabine – Feller-Buncher.....	71
FIGURA 49	Aparelho MultiDAT®.....	71
FIGURA 50	Acionamento pedais Feller-Buncher.....	72
FIGURA 51	Pedais Feller-Buncher.....	72
FIGURA 52	Joystick esquerdo – Feller-Buncher.....	73
FIGURA 53	Joystick Direito – Feller-Buncher.....	73
FIGURA 54	Gatilho Joystick – Feller-Buncher.....	74
FIGURA 55	Deslocamento do Feller no Talhão.....	74
FIGURA 56	Figura: Decomposição da tarefa – Feller-Buncher.....	74
FIGURA 57	Sentido do Deslocamento Feller-Buncher.....	75
FIGURA 58	Inspeção Skidder.....	77
FIGURA 59	Localização das tampas do motor e da lâmina – Skidder.....	77
FIGURA 60	Acesso ao Skidder.....	78
FIGURA 61	Joystick esquerdo – Skidder.....	79
FIGURA 62	Joystick direito – Skidder.....	79
FIGURA 63	Deslocamento carregado – Skidder.....	80
FIGURA 64	Eixo articulado – Skidder.....	80
FIGURA 65	Figura: Decomposição da tarefa – Skidder.....	81
FIGURA 66	Acesso à cabine – Garra Traçadora.....	84
FIGURA 67	Figura: Decomposição da tarefa – Garra Traçadora.....	86
FIGURA 68	Resultados projetados no gráfico da ISO 2631-1.....	95

<b>LISTA DE TABELAS</b>		<b>Páginas</b>
TABELA 1	Delineamento Metodológico.....	40
TABELA 2	Opinião dos operadores sobre a máquina (Questionário).....	60
TABELA 3	Níveis médios de exposição ao Ruído.....	62
TABELA 4	Níveis Aceleração equivalente: Feller-Buncher.....	90
TABELA 5	Níveis Aceleração equivalente: Skidder.....	92
TABELA 6	Níveis Aceleração equivalente: Garra-Traçadora.....	94

## **SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. HIPÓTESE .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1. O Setor Florestal Brasileiro.....	4
2.1.1 Principais Espécies Florestais Plantadas.....	7
2.2. Colheita Florestal .....	11
2.3. Ergonomia.....	17
2.3.1. Análise Ergonômica do Trabalho –.....	18
2.3.2. Ergonomia Aplicada ao Trabalho com máquinas de colheita florestal.....	20
2.3.3. Exposição Humana às Vibrações Mecânicas.....	24
3. MATERIAL e MÉTODOS	
3.1. Caracterização do Estudo.....	35
3.2. Questionário.....	36
3.3. Análise Ergonômica do Trabalho.....	38
3.4 Análise Vibratória.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. Descrição das atividades de trabalho dos operadores.....	69
4.2. Vibração.....	88
5. CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
DEMAIS BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	103
APÊNDICE 1 – Questionário.....	104
ANEXO 1 – Micro-Planejamento.....	115

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém a segunda maior reserva florestal do mundo, perdendo apenas para a Rússia. Nosso país desenvolveu as melhores tecnologias agrícolas do planeta para cultivo de florestas em clima tropical, com extraordinários ganhos de produtividade (THAME, 2009).

Com o aumento da área reflorestada e da mecanização na colheita de madeira iniciado há cerca de 20 anos, o setor florestal apresentou um crescimento significativo tanto para o mercado interno quanto para as exportações, contribuindo com a geração de mais de 3,9 milhões de empregos diretos e indiretos em toda cadeia produtiva da indústria de base florestal e sendo responsável por 3,4% do PIB nacional em 2007 (ABRAF, 2010).

Estes indicativos acabam justificando os altos investimentos que o setor tem recebido, principalmente em recursos tecnológicos. Com a abertura do mercado de importações e incentivos do governo federal, as indústrias do setor florestal – com destaque para o segmento de celulose e papel – aumentaram seu contingente de máquinas próprias principalmente para a colheita de pinus e eucalipto.

As máquinas de colheita importadas, a maioria de países da Europa e América do Norte, apresentam características antropométricas adequadas àquelas populações. Quando utilizadas por operadores brasileiros, podem gerar desconforto físico, o que demanda a necessidade de adaptações (FONTANA, 2005).

A ergonomia vem contribuindo de forma importantíssima para o binômio “homem-máquina”, apontando melhorias de projeto, intervindo na organização do trabalho e em melhorias das suas condições, privilegiando o homem quanto a sua saúde física e mental, seu bem-estar e sua segurança, sem que para isso a questão da produtividade seja considerada em segundo plano.

Disso decorre a importância dos estudos que vem sendo realizados sobre os aspectos ergonômicos das máquinas de colheita florestal, principalmente com enfoque antropométrico, a fim de melhorar as condições de trabalho dos operadores nacionais. Porém, nota-se que ainda há muito a se pesquisar sobre a tarefa do operador de máquina de colheita florestal.

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é uma metodologia que se baseia na análise de situações reais de trabalho, possibilitando sua compreensão e transformação (GUÈRIN, 2001). Através da realização de uma AET, pode-se conhecer os determinantes físicos, cognitivos e organizacionais da tarefa dos operadores de máquinas de colheita

florestal, indispensáveis ao processo de colheita, por maior que seja a tecnologia que envolva cada máquina.

A colheita florestal mecanizada dispõe de diversos tipos de maquinário, que são escolhidos pelas empresas do setor segundo algumas variáveis, como a topografia do terreno, por exemplo. Seja por demanda jurídica ou por demanda de ordem interna, contemplando programas de qualidade, a necessidade de avaliação ergonômica dos postos de trabalho tem estado presente nos diversos ramos de atividades e na área florestal não tem sido diferente.

Os trabalhadores, sejam de qual setor forem, estão sujeitos a constrangimentos<sup>1</sup> diversos durante o desenrolar de suas atividades que podem conduzi-los, principalmente: a erros de operação – comprometendo seu desempenho, sua segurança e dos demais e a problemas de saúde – física e emocional.

Neste estudo o leitor encontrará na revisão bibliográfica, capítulo 2, um breve panorama do setor florestal brasileiro, com as principais espécies de florestas plantadas, onde pode haver atuação do operador de máquinas de colheita, com destaque para o segmento de celulose e papel e as florestas de eucalipto e a colheita florestal mecanizada. Na sequência, algumas definições sobre ergonomia e trabalhos relacionados ao setor florestal com enfoque ergonômico e uma abordagem sobre a exposição humana às vibrações mecânicas.

No capítulo 3 o leitor encontrará a descrição sobre os materiais e métodos aplicados neste estudo. No capítulo 4 encontram-se os resultados e discussões sobre as observações gerais do trabalho do operador de máquina de colheita florestal e dos trabalhos práticos em campo; finalizando com as conclusões no capítulo 5.

---

<sup>1</sup> Constrangimento (Tradução do termo em Francês: *contrainte*): utilizado no sentido proposto pela seguinte nota de tradução: “... apesar de ser mais usado entre nós para significar embaraço, em referência a um estado psíquico, tem vários significados que correspondem ao que se deseja passar em ergonomia. A palavra, originada do latim *constringere*, faz referência a apertado, aperto, compressão, coação, obrigatoriedade, restrição, cerceamento, injunções, entre outros. Se nos ativermos ao uso da palavra *contrainte*, em ergonomia, estamos utilizando o mesmo referencial, adequado ao que acontece no trabalho humano... **constrangimento** pode ser utilizado com mais propriedade que a palavra “estresse”, aportuguesada recentemente. Note-se que as duas têm raízes semelhantes e que o significado usado para os **fatores de estresse**, no Brasil, nada mais é do que os diferentes constrangimentos” (Nota de tradução, GUÉRIN, 2001, p.xviii)

## **1.1. HIPÓTESE**

Os determinantes do trabalho dos operadores de máquinas de colheita florestal geram constrangimentos, em especial a exposição às vibrações mecânicas a que estão submetidos.

## **1.2 OBJETIVOS**

Compreender a atividade laboral dos operadores de máquinas de colheita florestal.

Avaliar a exposição às vibrações mecânicas lineares dos operadores de três tipos de máquina de colheita florestal durante a jornada de trabalho e compará-las às recomendações dadas pela *International Organization for Standardization* ISO 2631 – 1 (1997), no critério saúde, e segundo as recomendações da diretiva 2002/44 da Comunidade Européia.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O Setor Florestal Brasileiro

O setor florestal brasileiro pode ser considerado ainda jovem em sua organização, uma vez que até o final da década de 60 era pouco expressivo economicamente, com uma indústria inexperiente e sem fontes seguras de abastecimento (MACHADO, 2002). A partir de então, o Governo Federal estabeleceu políticas de incentivos fiscais, visando diminuir a exploração predatória dos recursos florestais e estimulou a implantação de florestas de crescimento rápido – principalmente com o eucalipto – dando um novo impulso ao setor.

A partir da década de 90, um crescimento significativo da área reflorestada e o conseqüente aumento de produtividade têm proporcionado a formação de uma mão-de-obra mais especializada e o desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo VALVERDE et al. (2005, p.23), “as espécies florestais exóticas, como as do *Pinus* e *Eucalyptus*, se adaptaram tão bem no Brasil e graças à avançada tecnologia silvicultural<sup>2</sup> brasileira, se promovem aqui produtividades, no mínimo, dez vezes maiores que as de muitos países de clima temperado, muitos deles competidores internacionais”.

Os mesmos autores ainda observam que “este rápido crescimento das plantações florestais confere ao país uma vantagem competitiva invejável e assustadora a estes competidores, devido às condições favoráveis de clima, solo, extensão territorial, mão-de-obra, infra-estrutura e capacidade gerencial produtiva”.

Para se ter uma idéia do panorama atual e da rápida evolução do setor florestal brasileiro nos últimos anos, segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS) em seu relatório anual “Fatos e Números do Brasil Florestal” de 2008, o setor de base florestal brasileiro teve uma significativa participação no Produto Interno Bruto Nacional. Nesse cenário, a indústria de base florestal em 2007 apresentou um PIB de US\$ 44,6 bilhões, representando cerca de 3,4% do PIB nacional. Segundo o Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF) de 2010 – ano base 2009 – o

---

<sup>2</sup> Silvicultura: é a ciência dedicada ao estudo dos métodos naturais e artificiais de regenerar e melhorar os povoamentos florestais com vistas a satisfazer as necessidades do mercado e, ao mesmo tempo, a aplicação desse estudo para a manutenção, o aproveitamento e o uso racional das florestas. (ABRAF)

*sf (silvi+cultura)* **1** Cultura de árvores florestais. **2** Ciência que trata do cultivo, reprodução e desenvolvimento de árvores florestais. (Moderno Dicionário da Língua Portuguesa – Michaelis)

segmento de florestas plantadas foi responsável por cerca de 3,9 milhões de empregos (primários e de processamento industrial).

Esse crescimento da atividade florestal tem proporcionado ao Brasil uma maior participação no mercado internacional de produtos de origem florestal. A participação brasileira nas exportações mundiais, nos anos 90, não passava de 1,7 %; já em 2007 o Brasil foi responsável por 4% do total das exportações mundiais de produtos de origem florestal. Tais exportações atingiram o montante de US\$ 9,1 bilhões, representando 5,6 % do valor total exportado pelo Brasil. Dentre os valores citados, a maior participação das exportações nessa área – produtos de origem florestal – coube ao segmento de celulose e papel, com US\$ 4,7 bilhões e um crescimento de 18,0 % em relação a 2006 (SBS, 2008).

Entretanto não se pode ignorar a grande crise econômica mundial, ocorrida no final de 2008, cujo efeito no setor florestal ocorreu em empresas de diferentes segmentos florestais, através da “interrupção e redução dos investimentos pretendidos, em florestas plantadas e em novos processos industriais” (ABRAF, 2010; p.45).

Como consequência, houve a redução do plantio anual, a diminuição dos volumes exportados em todos os segmentos, a aquisição e fusão de empresas do setor de celulose e papel e de painéis de madeira, além da queda no nível de produção e do fechamento de empresas do setor de madeira processada mecanicamente. Segundo o anuário estatístico da ABRAF de 2010, ano base 2009 “em nível setorial, os segmentos mais afetados pelos efeitos da crise foram o madeireiro e o de siderurgia a carvão vegetal, especialmente os guseiros ou siderúrgicas independentes”. (ABRAF, 2010, p.45)

Apesar da crise e dos problemas enfrentados, o setor florestal começa a se reerguer e de maneira fortalecida, segundo os estudiosos do setor.

No Brasil, o segmento de celulose e papel é formado por 220 empresas, distribuídas em 450 municípios, em 17 estados, onde 35 empresas são exportadoras habituais, sendo que em 2009 este segmento gerou cerca de 114 mil empregos de forma direta e 259 mil empregos indiretos. Nesse mesmo ano, o país se tornou o quarto maior produtor mundial de celulose, ficando a frente de países tradicionalmente produtores como Finlândia e Suécia (ABRAF, 2010).

Os benefícios provenientes das florestas – incluindo as plantadas – vão além do retorno econômico oriundo de produtos madeireiros e não-madeireiros. As florestas propiciam

melhoria da fertilidade do solo, reciclagem de nutrientes, proteção de bacias hidrográficas, redução da poluição do ar, regulação climática, fixação de carbono, manutenção da biodiversidade, entre outros (ABRAF, 2009), além dos benefícios de caráter social com geração de empregos, incentivos, treinamentos e assistência ao pequeno produtor.

Apesar dos índices sócio-econômicos positivos e dos benefícios apontados pelas empresas do setor, as florestas plantadas de eucalipto, especialmente, tem sido envolvidas em debates e controvérsias a respeito dos impactos gerados ao meio ambiente. SCARPINELLA (2002, p.75) argumenta que o reflorestamento com eucalipto “não aumenta as chuvas, mas também não leva a desertificação”, uma das mais fortes críticas a esse tipo de monocultura. VITAL (2007, p.236) destaca que “de modo geral criticam-se os efeitos sobre o solo (empobrecimento e erosão), sobre a água (impacto sobre a umidade do solo, os aquíferos e lençóis freáticos) e a baixa biodiversidade observada em monoculturas”. O mesmo autor pondera, entretanto, que a cultura do eucalipto se encontra presente nas mais diversas regiões, em diferentes altitudes, tipos de solo diversos e regimes pluviométricos variados e que, portanto, “generalizações abstratas sobre o tema – tais como “*o Eucalipto seca o solo*” – devem ser recebidas com ressalva ou, preferencialmente, substituídas por assertivas técnicas contextualizadas – como “*em regiões onde o volume pluviométrico é inferior a 400 mm/ano, as plantações de eucalipto podem levar ao ressecamento do solo*”.

Porém, sabe-se que outras atividades além da silvicultura, como a agrária, industrial ou pastoril, por exemplo, também podem causar impactos ambientais – positivos e negativos. No caso da silvicultura, tais impactos dependem de certas circunstâncias, com destaque especial para as condições prévias de plantio, o regime hídrico da região, o bioma de inserção da atividade silvicultural, as técnicas de manejo empregadas e a integração da população local.

Em vista disso, atualmente várias empresas de celulose e papel mantêm programas de parcerias e fomento florestal junto às cidades próximas as suas unidades fabris, oferecendo mudas de eucalipto e pinus e assistência técnica para o manejo das plantações a pequenos e médios produtores rurais, oferecendo a estes uma alternativa de uso e de renda para suas propriedades.

Com tantos aspectos envolvidos, torna-se imprescindível uma política de sustentabilidade que garanta a continuidade e o crescimento do setor sem prejuízo dos recursos naturais.

No Brasil, o setor florestal vem adotando os conceitos de manejo florestal sustentável, que é definido pelo decreto 1282/96 como “a administração da floresta de modo a se obter benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo...” (MMA, 2010), visando, dessa forma, o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a manutenção dos recursos naturais. Assim sendo, a floresta não é vista apenas como o valor da madeira cortada e a rentabilidade do uso dos recursos florestais implica em obter, simultaneamente, benefícios econômicos, sociais e ambientais.

### 2.1.1 Principais Espécies Florestais Plantadas

Eucalipto e Pinus são as espécies mais representativas do setor de florestas plantadas no Brasil, com 6,3 milhões de ha plantados, dos quais 4,5 mi ha de eucalipto e 1,8 mi ha de Pinus. As demais espécies somam apenas 472 mil hectares (SBS, 2009), nos quais se destacam:

- **ACÁCIA NEGRA** (*Acácia mearnsii*): de plantio mais concentrado no Rio Grande do Sul, seu uso destina-se à recuperação do solo e combate à erosão; de sua casca se extrai o tanino<sup>3</sup> e sua madeira é utilizada na produção de celulose, carvão vegetal, lenha e para fins estruturais (madeiramento de telhados, escoras de minas).
- **ÁLAMO/PÓPULUS** (*Populus spp.*): espécie com grande importância econômica para os países do MERCOSUL, principalmente Argentina; no Brasil concentra-se em Santa Catarina e vem sendo utilizado na produção de palitos de fósforo, arborização, paisagismo ou como alternativa na produção de chapas do tipo OSB<sup>4</sup>.
- **ARAUCÁRIA** ou **PINHEIRO DO PARANÁ** (*Araucaria angustifolia*): muito utilizada para construções em geral, caixotaria, móveis, laminados, tábuas para forro, ripas, caibros, fôrmas para concreto, palitos para fósforo, lápis, carpintaria comum, marcenaria, molduras, guarnições, compensado, mastro de

---

<sup>3</sup> Substância química cujas propriedades características consistem em se combinarem com as proteínas da pele dos animais, tornando-as imputrescíveis; também adsorvem os metais dissolvidos em água, pela sua coloração e viscosidade e por isso, o tanino também pode ser empregado com sucesso nas indústrias de curtimento, anticorrosivos, floculantes, bebidas e plásticos, etc. (SBS, 2009)

<sup>4</sup> Oriented Strand Board (OSB): painel reconstituído de flocos de madeira, parcialmente orientados, com a incorporação de adesivo à prova d'água e consolidados por meio de prensagem a quente. (ABIMÓVEL, 2010)

navios, pranchões, postes, cabos de vassouras, tábua de ressonância de pianos, entre outros, além da celulose de fibra longa, produzindo papel de excelente qualidade (SBS, 2008). Apesar da lenha do pinheiro não oferecer boa qualidade, os nós de pinho são ótimos para produção de energia; excelente combustível, de poderoso efeito calorífico devido a sua densidade e alto teor de resina.

- BRACATINGA (*Mimosa scabrella*): Tendo sua maior presença na região Sul, esta espécie também é encontrada em Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Seu principal uso relaciona-se com a produção de energia, pois sua madeira fornece lenha e carvão de alta qualidade; pode ser usada também para vigamentos e escoras na construção civil, caixotaria, embalagens leves, compensados, laminados e aglomerados e para recuperação florestal e de solos degradados; seu nome comercial é Amêndola quando destinada a fabricação de móveis.
- MOGNO (*Swietenia macrophylla*): Presente em toda a região amazônica, com predomínio no sul do Pará, é tida como uma madeira nobre, resistente ao ataque de cupins e por isso muito utilizada na fabricação de mobiliário de luxo; também utilizada na ornamentação de parques e grandes jardins
- PARICÁ (*Schizolobium amazonicum*): Esta espécie ocorre na Amazônia Brasileira, na Colômbia e Peru; na região amazônica é também conhecida como bandarria, pinho cuiabano ou guapuruvu-da-Amazônia. Sua madeira tem sido utilizada na produção de lâminas para compensados, cabos de talheres e de ferramentas, sendo indicada para a construção de forros, fabricação de palitos e canoas; fornece celulose de boa qualidade, pois seu fácil branqueamento favorece a fabricação de papel branqueado de alta resistência.
- SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*): de origem da floresta Amazônica é uma espécie cultivada de modo extrativo ou em plantios comerciais, com a finalidade de produção da borracha natural. A madeira, extraída quando o ciclo produtivo de resina das árvores se completa, é uma importante alternativa de complementação de renda ao produtor e se destina principalmente às indústrias do setor energético e de movelaria.

- TAXI-BRANCO (*Sclerolobium paniculatum*): esta espécie nativa da Amazônia vem sendo uma das alternativas para a redução do período de recuperação de áreas florestais, devido ao seu rápido crescimento e grande capacidade de fixação de nitrogênio, aumentando o aporte deste no solo. Após o período de recuperação da área, pode ser comercializado como carvão e lenha.
- TECA (*Tectona grandis*): Presente principalmente no estado do Mato Grosso e Pará, esta espécie ocorre em grandes áreas na Índia e Indonésia; é a madeira mais valorizada no mundo, atualmente. Isto se deve a suas características, tais como: durabilidade, estabilidade, facilidade de pré-tratamento, resistência natural ao ataque de fungos, insetos, pragas e brocas, seu desenho, cor e densidade, além da ausência de nós e de defeitos na tora (SBS, 2008), o que a torna de grande valia para a indústria moveleira e arquitetura.

A gama de produtos provenientes das florestas pode ser agrupada em produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Os produtos florestais madeireiros são:

Celulose e Papel – carro chefe das exportações do setor florestal é o setor que mais recebe investimentos. As empresas desse setor preservam e recuperam cerca de 2,6 milhões ha de recursos florestais (incluindo áreas de preservação permanente e de reserva legal).

Papelão Ondulado – o setor gera cerca de 14 mil empregos diretos; principalmente usado para confecção de embalagens, o papelão recebe tratamentos especiais, com uso de repelentes ou resistentes a água e umidade; é 100% reciclável e a indústria alimentícia é a principal consumidora do produto. (ABPO, 2007)

Carvão vegetal – a exportação de carvão vegetal foi responsável por US\$ 633 mil, ou cerca de 2,08 mil toneladas (AMS, 2008) o que representou uma redução significativa em relação a anos anteriores devido a crise econômica internacional. Principalmente utilizado na siderurgia (ferro gusa), sua produção é praticamente igual ao consumo interno. O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal.

Produtos de Madeira Sólida – Madeira serrada (pranchas, vigas, vigotas, caibros, tábuas, sarrafos, etc.), compensados laminados e PMVA<sup>5</sup>.

Painéis Reconstituídos – Tendo a madeira de eucalipto e de pinus como matéria-prima, os principais produtos são os aglomerados, as chapas duras (feitas somente de eucalipto), o MDF (Medium Density Fiberboard - Fibra de Média Densidade) e o OSB.

Móveis – A indústria moveleira nacional gera mais de 221 mil empregos diretos, formada por mais de 17mil micro, pequenas e médias empresas (ABIMÓVEL, 2010), que se localizam, em sua maioria, na região sul do Brasil, tendo destaque também, os pólos moveleiros de São Paulo e Minas Gerais.

Quanto aos Produtos Florestais não Madeireiros (PFNM), existem cerca de 150 catalogados no mercado internacional, com destaque para:

- Borracha natural;
- Mel;
- Cacau;
- Resina de pinus: terebintina e breu (utilizados principalmente como solvente de tintas e matéria-prima da indústria química e farmacêutica e na fabricação de tintas, vernizes, plásticos, inseticidas, germicidas, bactericidas e “cola de breu”, usada na indústria de papel);
- Óleos essenciais de eucalipto (principalmente para indústria de cosméticos e perfumaria);
- Castanha do Pará;
- Erva-mate (pela composição química de suas folhas é utilizada na produção de medicamentos, bebidas, produtos de uso pessoal, higiene geral e insumos de alimentos);
- Castanha de caju;
- Tanino (utilizado no tratamento da água e na indústria de curtume).

---

<sup>5</sup> PMVA (Produtos de Maior Valor Agregado) – são produtos obtidos através do processamento da madeira serrada, tais como: portas, molduras, painel colado lateralmente (EGP: *Edge Glued Panel*) e pisos. (ABIMÓVEL, 2010)

Outros produtos florestais não madeireiros: Babaçu, carnaúba, copaíba, jaborandi, pequi, piaçava, umbu, urucum, entre outros.

Diante do exposto, a importância da floresta fica evidente no cenário econômico e social do país e nesse processo, a etapa da colheita florestal tem papel fundamental na qualidade final de alguns produtos.

## **2.2 COLHEITA FLORESTAL**

Segundo MACHADO (2002), a colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte, fazendo-se uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final. O autor completa o conceito, decompondo as etapas da colheita em: corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento); descascamento (quando executado no campo), extração e carregamento.

A primeira etapa da colheita florestal é o corte da madeira e este, por sua vez, tem grande influência na realização das etapas subsequentes (SANT'ANNA, 2002). No corte encontram-se ainda meios manuais e semimecanizados, com o uso de machado e motosserra. Estes processos são considerados perigosos, de elevada exigência física, potenciais causadores de danos à saúde do trabalhador devido, entre outros, à inobservância dos limites toleráveis de fatores ergonômicos como ruído, carga de trabalho e vibração.

Conforme as condições locais é definido o sistema de colheita mais apropriado; segundo MALINOVSKI et al. (in MACHADO, 2002, cap. 6 ), existem cinco sistemas de colheita de madeira no que se refere à forma da matéria prima:

- Sistema de Toras Curtas: se caracteriza por todos os trabalhos subsequentes ao corte serem realizados no próprio local da derrubada. No Brasil, é um sistema muito usado devido ao baixo impacto negativo ao meio ambiente, no tocante ao solo.
- Sistema de Toras Longas ou Fuste: neste caso, o desgalhamento e o destopo da árvore são feitos no local do corte, mas as operações complementares de traçamento e descascamento são realizadas à beira das estradas circundantes ao talhão ou em pátios intermediários. É um sistema muito utilizado em terrenos

planos e suavemente ondulados e pode ser considerado um dos mais baratos quando mecanizado.

- Sistema de Árvores Inteiras: nesse sistema a árvore é removida do talhão, sem raízes, logo após o corte, para um local previamente estabelecido, onde é realizado o processamento completo, porém é um sistema que requer alto índice de mecanização, mas com a vantagem de poder ser utilizado em terrenos planos e acidentados.
- Sistema de Árvores Completas: como o nome sugere, as árvores são retiradas inclusive com as raízes, nos casos em que as mesmas apresentam valor comercial, como com árvores de alta concentração de resina ou com propriedades consideradas medicinais.
- Sistema de Cavaqueamento: neste caso, as árvores são derrubadas, desganhadas, destopadas, descascadas e cortadas em cavacos dentro do próprio talhão, posteriormente são extraídas e transportadas à indústria.

A colheita da madeira envolve uma diversidade de aspectos complexos, que se não considerados com a necessária importância podem comprometer todo o processo.

Como fatores determinantes no processo da colheita, MALINOVSKI et al. (in MACHADO, 2002, cap. 6 ) destacam os seguintes aspectos:

- Aspectos legais, como a legislação trabalhista, ambiental, fiscal e aduaneira e as políticas governamentais;
- Aspectos administrativos, como o planejamento operacional, políticas e estratégias, qualificação da mão-de-obra com custos de treinamento e aperfeiçoamento e de reposição de pessoal, padronização em termos de qualidade visando certificação;
- Aspectos do ambiente físico, como extensão total da área, dispersão, topografia, tipo de solo (textura, capacidade de suporte, compactação, erosividade, entre outros) e clima, principalmente com relação aos períodos das chuvas e de seca;

- Aspectos do povoamento, no que se refere a espécie plantada (diâmetro, rigidez, densidade da madeira, etc.), origem (semente, estaca, clone e brotação), estágio atual como a idade do corte, por exemplo, altura total da árvore, qualidade dos plantios e potencialidade para usos diversos (objetivo da madeira);
- Aspectos econômico-financeiros, como volume de recursos quanto a disponibilidade de crédito, prazo para pagamentos, fluxo de caixa; custos financeiros e reinvestimentos, como custo de manutenção, custos operacionais e rentabilidade do negócio com a continuidade das políticas de estratégia de longo prazo; e finalmente,..
- Aspectos operacionais, que abrangem o nível de treinamento do operador e da equipe, consumo de energia, manutenção de estoques, frota (idade, renovação, etc.), logística de abastecimento, manutenção, rede viária, regime de manejo, finalidade da madeira, aproveitamento de resíduos, sortimento da madeira (comprimento das toras, diâmetro mínimo de aproveitamento, classificação, etc.) e interfaces, como o pátio industrial, suprimentos e planejamento corporativo.

Com relação a colheita mecanizada, (MENDONÇA FILHO, 2000) lembra que as primeiras máquinas de colheita de madeira eram, na verdade, produto da adaptação feita em equipamentos em uso no mercado agrícola e industrial.

Segundo SILVA et. al (2003, p.120), o aumento da mecanização na colheita florestal se deve, entre outros fatores, “à necessidade de se reduzir custos, implicando numa necessidade de aumento do rendimento da colheita, elevando seu nível de produtividade”.

FURLANI e SILVA (2006, p.13) observam:

“Devido às condições de trabalho impostas pelo setor, um trator florestal deve ser uma máquina de grande massa, capaz de transitar em terrenos de grande declive, solos de consistência muito variada e com muitos obstáculos, e desenvolver grande força de tração, necessitando,

portanto, de grande disponibilidade de potência. Além disso, o trator florestal deve possuir boa aderência, estabilidade e manobrabilidade e oferecer comodidade e segurança para o operador (ergonomia)”.

A mecanização trouxe, de fato, melhorias significativas ao processo de colheita florestal, porém como alerta a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 1988):

“A transferência de tecnologia não se limita ao conhecimento de como funcionam ou como se utilizam as máquinas, os produtos e os procedimentos, mas ao contrário, trata-se de ampliar esse conhecimento com respeito aos efeitos que a tecnologia transferida pode ter sobre a segurança, a saúde e as condições de trabalho de quem as utiliza”.

Em relação a tecnologia, IIDA (2003, p.434) refere que “à ergonomia cabe contribuir para que esses sistemas (automatizados, computadorizados) sejam projetados, construídos e operados com segurança, absorvendo as diferenças individuais e certas variações de comportamento humano, de modo que estas não resultem em sérios acidentes, desastres ou catástrofes”.

Com a crescente mecanização da colheita florestal a partir dos anos 90, a oferta de máquinas e a sua diversificação têm aumentado sensivelmente, fruto da demanda e também da abertura do mercado de importações. Ocorre que tais máquinas importadas seguem modelos antropométricos dos seus países de origem (da América do Norte e Europa), nesse cenário, se faz necessário a intensificação dos estudos ergonômicos das referidas máquinas, visando proporcionar melhores condições de trabalho aos seus operadores. (MINETTE,1996; SILVA et. al, 2003)

Alguns autores vêm destacando a importância do treinamento dos operadores das máquinas florestais, não só com relação a melhora da produtividade, mas também com relação à preservação da saúde e segurança dos mesmos.

Na opinião de Parise e Malinovski:

“a velocidade com que o Brasil transitou da utilização de equipamento de baixa tecnologia para os de alta tecnologia, e as diferenças entre a tecnologia empregada nas máquinas e o conhecimento dos operadores foram significativos, gerando o grande *gap tecnológico*<sup>6</sup> do processo de mecanização florestal no Brasil.” (citado por PARISE, 2005, p.24)

Lima e Leite (in MACHADO, 2002, cap.2, p.38) afirmam que “deve haver grande preocupação com seu (*do operador*) adequado treinamento teórico e prático quanto ao uso e manutenção dessas máquinas, bem quanto aos aspectos comportamentais, operacionais, de qualidade e segurança”.

O treinamento para novas habilidades, segundo IIDA (2003, p.440) “é uma das implicações mais importantes do progresso tecnológico”, pois se trata da necessidade de adaptar os recursos humanos a novas exigências criadas pelo mesmo.

PARISE (2008, p.3) observa que “o operador competente é aquele que produz segundo os padrões de qualidade, produtividade e eficiência operacional e mecânica” e relaciona a “qualidade com o conhecimento, a produtividade com a habilidade e a eficiência operacional e mecânica com atitude”.

GRANDJEAN (1998, p.125) refere que “o processamento de informações no sistema Homem-Máquina consiste em percepção, interpretação e elaboração mental das informações recebidas pelos órgãos dos sentidos” e completa mencionando que “a elaboração baseia-se no relacionamento das informações com o conhecimento, do qual surgem as decisões”.

DUL e WEERDMEESTER (2004) esquematizaram as interações homem-máquina conforme demonstra a Figura 01, onde o homem recebe informações da máquina, atua sobre ela e através dela executa o trabalho.

---

<sup>6</sup> *Gap tecnológico* – referência de medida que se estabelece em um determinado momento entre a tecnologia e o conhecimento.(PARISE, 2005, p.109)

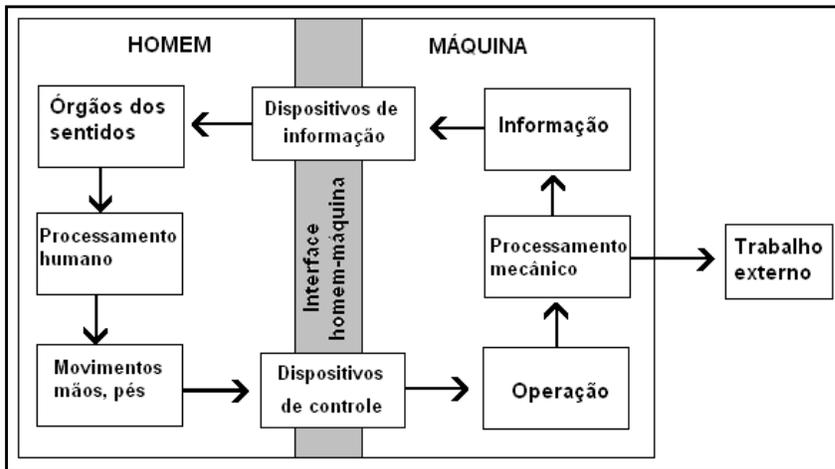


FIGURA 01 – Interação Homem-Máquina.  
 Fonte: Dul e Weerdmeester (2004, p.41).

No Brasil as máquinas mais utilizadas atualmente, no processo de colheita florestal pelas grandes indústrias, principalmente de celulose e papel, são os chamados tratores florestais arrastadores – os *skidders*; os tratores abatedores – *feller-bunchers*; o traçador mecânico ou *garra traçadora*, tratores transportadores ou auto-carregáveis – *forwarders*; *slingshot* (cabeçote de corte e processamento) e o trator florestal colhedor – *harvester* (BELMONTE, 2005). A maioria destas máquinas são produzidas no Canadá e Estados Unidos.

Assim, o processo de aprendizagem operacional de máquinas dotadas de grande aporte tecnológico é um desafio constante para empresas do setor florestal que buscam capacitar seus operadores; um processo complexo que envolve vários aspectos simultaneamente, como aspectos emocionais, culturais, cognitivos, orgânicos e até mesmo, psicossociais.

## 2.3 ERGONOMIA

Do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras, leis), a ergonomia desenvolveu-se durante a II Guerra Mundial (de 1939 a 1945), quando particularmente nesse período, nota-se uma interação sistemática entre tecnologia, ciências humanas e biológicas a fim de solucionar problemas de projeto gerados pela operação, muitas vezes desastrosa, de equipamentos militares complexos.

Como ciência, a ergonomia tem pouco mais de 50 anos, mas tem estado presente desde que o homem procurou tornar o trabalho mais leve e mais eficiente (GRANDJEAN, 1991).

WISNER (1987, p.12) a apresentava como um “conjunto de conhecimentos a respeito do homem em atividade necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de eficiência, conforto e segurança”; para IIDA (2003, p.1) a ergonomia “é o estudo da adaptação do trabalho ao homem”.

COUTO (1995, p.11) a definiu como “um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, basicamente procurando adaptar as condições de trabalho às características do ser humano”.

Segundo DUL e WEERDMEESTER (2004), a ergonomia difere de outras áreas do conhecimento pelo seu caráter interdisciplinar, pois se apóia em diversas áreas do conhecimento humano e pela sua natureza aplicada, na adaptação do posto de trabalho e do ambiente às características e necessidades do trabalhador.

Atualmente, a Associação Internacional de Ergonomia (IEA) adota a seguinte definição: “Ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que estuda as interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema” (DUL e WEERDMEESTER, 2004, p.1).

SZNELWAR (in GUÉRIN, 2001, p.X) refere que “a ergonomia propõe uma abordagem diferenciada, baseada numa perspectiva antropocêntrica. O trabalho e a produção são importantes para o desenvolvimento das sociedades humanas e dos indivíduos”. O mesmo autor nos alerta que “a importância dos outros fatores não deveria sobrepujar o humano na produção, uma vez que se pode banalizar a própria existência das pessoas trabalhando”.

### **2.3.1 Análise Ergonômica do Trabalho**

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) tem origem no método assim denominado e difundido pela escola franco-belga de ergonomia, tomando por base as situações reais de trabalho, visando compreendê-lo a fim de proporcionar as transformações necessárias capazes de contribuir com novas concepções de trabalho, preservando a saúde dos trabalhadores, bem como valorizando suas competências individuais e coletivas sem que haja detrimento dos objetivos econômicos determinados pela empresa (GUÉRIN et al., 2001).

Destacam que ao se aplicar um procedimento que leve em consideração as interações entre duas lógicas, uma voltada ao social e outra à produção, esses dois objetivos podem ser complementares.

Segundo DUL e WEERDMEESTER (2004, p.3) “a ergonomia pode contribuir para solucionar um grande número de problemas sociais relacionados com a saúde, segurança, conforto e eficiência.”

“A análise ergonômica da atividade continua em evolução: é, de fato, objeto de pesquisa, meio de revelar novas questões sobre o funcionamento do homem no trabalho, mas também uma abordagem original para a transformação e a concepção dos meios técnicos e organizacionais de trabalho”. GUÉRIN et al. (2001, p.xviii)

Assim, a ergonomia, seja ela de caráter físico, cognitivo ou organizacional atuando de forma corretiva ou preventiva, vem melhorando consideravelmente a interface homem-máquina/homem-posto de trabalho de forma que a mesma se torne mais segura, adequada e confortável.

Na AET clássica devemos considerar alguns aspectos que a norteiam, como: variabilidade e diversidade das situações e dos atores envolvidos, as regulações individuais e coletivas, as estratégias e as ações operatórias, o ambiente físico de trabalho e a distinção entre tarefa e atividade, ou seja, o que é prescrito e o trabalho real. Desse modo, a AET proporciona a compreensão do trabalho real executado – incluindo as posturas e esforços adotados, os processos de comunicação, a busca de informações e tomada de decisões, entre outros – como um mecanismo de resposta individual em face de um conjunto de determinantes, sejam estes

relacionados com a empresa (organização do trabalho, posto de trabalho, exigências de tempo, etc.) ou relacionados com o operador (experiência, idade, características psicológicas e antropométricas, etc.).

A AET se compõe de três etapas principais: a análise da demanda, onde se define o problema a ser analisado, delimita-se o objeto de estudo e se esclarece as finalidades do estudo; a análise da tarefa, onde se faz o levantamento dos dados referentes aos objetivos e resultados que se espera do trabalho e os meios disponíveis para realizá-lo e a análise da atividade, que consiste em compreender o trabalho que é efetivamente realizado, as dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas para resolvê-las. Os dados obtidos levam a formulação de um pré-diagnóstico, gerando hipóteses de trabalho, que norteiam os passos a serem seguidos, resultando em um diagnóstico e elaboração de recomendações ergonômicas (Figura 02).

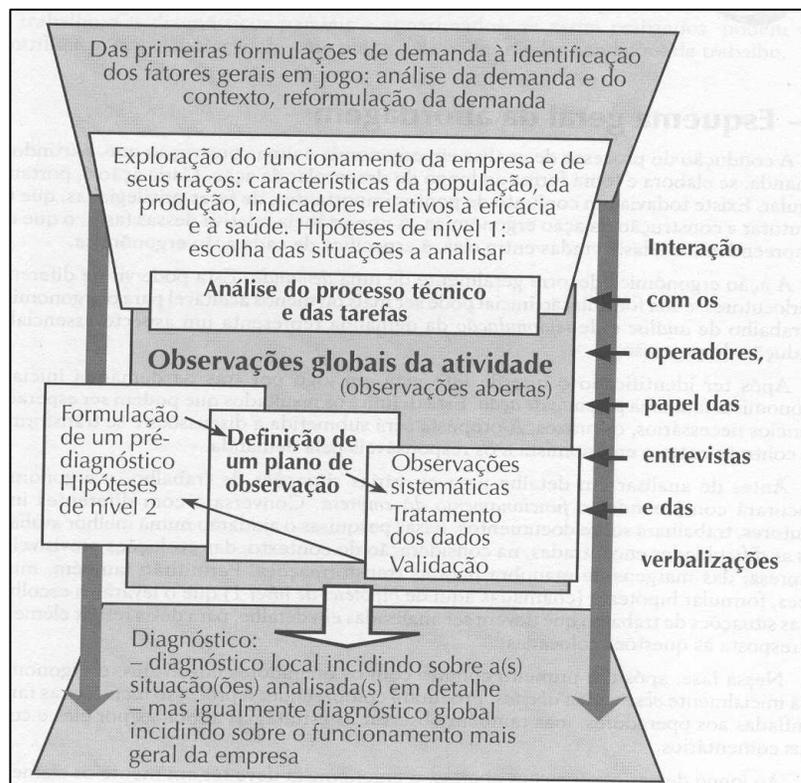


FIGURA 02 - Esquema do método da AET  
Fonte: Guérin et. al (2001, p.86)

### 2.3.2 Ergonomia aplicada ao trabalho com máquinas de colheita florestal

No Brasil, os primeiros estudos com máquinas florestais foram feitos com tratores adaptados para o trabalho florestal. Com o aumento da mecanização da colheita nos anos 90 e o aumento das importações de máquinas, estudos mais específicos incluindo aspectos ergonômicos tornaram-se cada vez mais necessários e presentes.

BURMAN e LOFGREN (2007) observam que a evolução tecnológica na área florestal tem, em muitos aspectos, facilitado o trabalho para o ser humano. A quantidade de tarefas de trabalho pesado e extenuante diminuiu consideravelmente, mas com a transferência do operador “do solo para a cabine”, outros tipos de problemas tornaram-se visíveis. Os autores referem que uma árvore leva, em média, menos de um minuto para ser processada e neste tempo, o operador usa em média, 24 funções e toma 12 decisões, o que pode ser comparado com as condições de trabalho de um piloto de caça com a diferença de que um operador de máquinas florestais trabalha até 10 horas por dia. Os mesmos autores também descrevem os mais recentes trabalhos organizados pelo Instituto Skogforsk<sup>7</sup> (Instituto de Pesquisas Florestais da Suécia), onde concluem que a automação das máquinas florestais é uma maneira viável para aumentar a produtividade e melhorar as condições de trabalho dos operadores das mesmas e observam que os futuros operadores serão recrutados a partir de uma “geração que cresceu com televisão e jogos de computador e vai estar familiarizada com esse tipo de navegação e controle” (computador de bordo, *joystick*); além disso, ações no âmbito da interação homem-máquina mostraram a melhora no entendimento cognitivo, reduzindo a carga de trabalho físico e mental, isto inclui novas formas de apresentar as informações como as que são baseadas nos princípios de usabilidade e ergonomia visual.

FIEDLER (1995) desenvolveu uma pesquisa com oito máquinas de colheita florestal, visando caracterizar as condições de trabalho do operador desse tipo de máquina e objetivando criar uma metodologia para avaliação de máquinas florestais. A questão da exposição à vibração foi avaliada subjetivamente. O autor concluiu que o acesso à cabine mais difícil foi o do Feller-Buncher Implantor Bell e do carregador florestal MJ 10070, assim como a pior visibilidade; as maiores distorções com relação às dimensões do posto de trabalho foram atribuídas ao carregador florestal Motocana e ao mini-skidder; em todas as máquinas do estudo os níveis de ruído estavam acima do recomendado pela legislação brasileira; os

---

<sup>7</sup> STIFT SKOGSBRUKETS FORSKNING SINSTITUT – SKOGFORSK.

traçadores mecânicos apresentaram os controles e instrumentos mais bem posicionados. As máquinas que apresentaram piores situações em relação à vibração – avaliada subjetivamente – foram o feller-buncher, o carregador florestal MJ 3047 e o mini-skidder.

SILVA et al. (2003) realizaram a avaliação ergonômica do Feller-Buncher modelo 608, da Timberjack, utilizado na colheita de eucalipto, baseando-se no manual “Skogforsk” (Ergonomic Guidelines for Forest Machines – 1999) onde cada parâmetro avaliado (acesso a cabine, posto de trabalho, visibilidade, assento do operador, controles e operação da máquina, ruído, vibração, controle de clima na cabine, exaustão de gases e partículas, iluminação e manutenção) é classificado em classes A, B, C, D ou 0 (zero), sendo “A” para as melhores condições e “0” para as mais desfavoráveis; concluíram que, apesar de apresentar alguns itens com classificação C e D, como por exemplo, acesso à cabine e manutenção, respectivamente, o modelo de máquina avaliado recebeu classificação ergonômica geral como classe B. O parâmetro vibração, avaliado subjetivamente, com base nas informações dos operadores, obteve classificação A.

A União Européia, entre 2002 e 2005, desenvolveu um projeto denominado ErgoWood (ERGOWOOD, 2006) uma parceria entre França, Alemanha, Noruega, Polônia, Suécia, Reino Unido e um grupo de referência da Finlândia com o objetivo de dar maior competitividade a indústria madeireira européia através do desenvolvimento da organização de operações de exploração da madeira e suas máquinas. Como um dos resultados desse projeto, foi gerado um guia de referência (European Ergonomic and Safety Guidelines for Forest Machines) que vem sendo usado principalmente pelos fabricantes de máquinas florestais. Uma versão simplificada desse guia (Ergonomic Checklist for Forest Machines) foi editada como livro de bolso a fim de proporcionar uma rápida verificação aos usuários e futuros compradores das referidas máquinas, se estas cumprem os requisitos básicos de segurança e ergonomia. Esse checklist, segundo seus autores, contempla os itens considerados de maior relevância em ergonomia e segurança das máquinas em questão, classificando-os nas cores Verde (nível 1 ou 2), Amarelo (níveis 2, 3 e 4) e Vermelho (níveis 4 e 5) onde a classificação Verde indica condições aceitáveis de trabalho durante toda a jornada, resguardando a saúde e segurança; Amarelo indica que há algum risco de problemas de saúde e lesões, havendo necessidade de mudanças, porém sem urgência e Vermelho indicando riscos claros de problemas de saúde, doenças e lesões, cujo item assim classificado não pode ser aceito sem

mudanças. Os itens indicados para verificação no referido checklist são: acesso à cabine, postura de trabalho, cabine (interior), visibilidade, assento do operador, controles, operação, guincho, ruído, vibração, climatização da cabine, luzes (faróis), treinamento e manutenção; cada item apresenta uma série de subitens para verificação.

LIMA et. al (2005) realizaram a avaliação qualitativa e quantitativa de alguns fatores ergonômicos de um Feller-Buncher com rodado de pneus e de um Skidder utilizados na colheita de eucalipto, onde para a análise qualitativa, através de entrevistas com os operadores, a classificação das máquinas com relação ao acesso à cabine, assento, posto do operador e campo visual se deu em uma escala de satisfação (5 a 1) em: excelente, bom, médio, ruim e muito ruim e a análise quantitativa foi feita com a avaliação das características dimensionais comparadas com os padrões definidos pela ISO 4253(1997). Os autores concluíram que o acesso à cabine e o posto do operador foram classificados como “médios” no Feller-Buncher e “bons” no Skidder; o assento foi considerado “bom” em ambos os tratores e o campo visual do Feller-Buncher inferior ao do Skidder.

FONTANA (2005) avaliou ergonomicamente o posto de trabalho de seis modelos de máquinas de colheita florestal (quatro “forwarders” e dois “skidders”) com relação ao posicionamento dos comandos e controles, com base nas características antropométricas do conjunto de operadores envolvidos. As distâncias dos controles e comandos foram determinadas a partir do Ponto de Referência do Assento em três dimensões – x, y e z, além de avaliarem qualitativamente a satisfação dos operadores com a localização dos comandos e outras variáveis ergonômicas através de notas. Concluíram que a melhor máquina com relação ao alcance dos comandos foi o “forwarder” Valmet 890.2, seguido pelo “Skidder” Caterpillar 545, bem como apresentaram mais da metade dos comandos bem posicionados; seus resultados também demonstraram um projeto ergonômico não muito favorável ao conjunto de operadores brasileiros analisados, quanto a disposição de comandos nas cabines das máquinas pesquisadas.

MINETTE et al.(2007) realizaram avaliação dos níveis de ruído, iluminação e calor em treze máquinas de colheita florestal: 1 “feller-buncher” de esteira, 2 “feller-buncher” sobre rodas, 3 skidders, 1 mini-skidder, 3 traçadores mecânicos e 3 carregadores florestais.As avaliações foram realizadas em três empresas diferentes e os estudos revelaram que das máquinas avaliadas, o feller-buncher, skidder, garra traçadora, carregador florestal e mini-

skidder apresentaram condições ruins de iluminação, sem iluminação adequada da plataforma e dos degraus de acesso e as máquinas utilizadas em uma das empresas apresentaram índices de temperatura efetiva fora da zona de conforto térmico e níveis de ruído superiores ao permitido pela legislação brasileira.

MINETTE et al. (2008) realizaram um estudo com 89 operadores de máquinas florestais utilizadas na colheita de eucalipto, em três empresas diferentes, envolvendo 13 máquinas de colheita, com o objetivo de caracterizar os operadores desse tipo de máquina e avaliá-las ergonomicamente; o estudo foi desenvolvido com dados obtidos entre outubro de 2003 a fevereiro de 2004. Os autores concluíram que o número de operadores treinados para a atividade florestal é relativamente pequeno e a avaliação ergonômica evidenciou que as variáveis de acesso estavam fora dos valores indicados, com destaque para o *feller-buncher* e o carregador florestal MJ10070 e que, de um modo geral, as melhores condições ergonômicas foram encontradas nos traçadores mecânicos.

YAMASHITA (2002) realizou avaliação da exposição à vibração dos operadores de um *harvester* Caterpillar modelo 320BL, do *slingshot* Timberjack modelo S1821, do *feller-buncher* Timberjack modelo H1818 e do *forwarder* Volvo A25C em situações reais de trabalho, visando discutir os efeitos potenciais da exposição à vibração de corpo inteiro e as condições de segurança no local de trabalho. A avaliação foi feita com base em normas internacionais, utilizando o medidor de vibração Brüel& Kjaer, tipo 2512 e acelerômetro triaxial para vibrações de corpo inteiro, da mesma marca, tipo 4322. A autora concluiu que, com exceção do valor encontrado no eixo *x* do *feller-buncher* e eixo *y* do *forwarder*, os demais dados encontrados se apresentaram muito superiores aos estabelecidos na norma ISO 2631-1: 1985, usada como referência; os dados referentes às medições do *harvester* não foram conclusivos, pois o aparelho apresentou problemas durante as medições.

CATION et. al (2007) realizaram a avaliação dos níveis de vibração em sete skidders, em Ontário, Canadá, adotando seis graus de liberdade<sup>8</sup> (avaliando as vibrações lineares nos três eixos X, Y e Z e *roll* - rotação sobre o eixo X, *pitch* – rotação sobre o eixo Y e *yaw* – rotação sobre o eixo Z). As medições foram realizadas com os acelerômetros instalados na interface operador-assento e nos chassis das máquinas, simultaneamente. Os resultados demonstraram que o assento dos skidders amplificaram as vibrações recebidas na interface

---

<sup>8</sup> Chama-se grau de liberdade de um sistema o número de coordenadas independentes requerido para a descrição do seu movimento. (THOMSON, W. T. 1978)

assento-operador quando comparadas aos valores correspondentes medidos nos chassis das máquinas. Os valores de aceleração equivalente encontrados no referido estudo, são semelhantes aos publicados nos últimos 20 anos, sugerindo que pouco mudou no tocante a capacidade do assento em atenuar as vibrações nocivas e/ou a disposição do operador em ajustar o assento, a fim de otimizar a eficácia do mesmo. O estudo em questão não refere as características dos assentos, nem informa a marca, modelo ou ano de fabricação dos skidders estudados.

Acompanhando os estudos de máquinas de colheita florestal, nota-se que apesar da evolução tecnológica em relação às características mecânicas, eletro-hidráulicas e operacionais, bem como das normas técnicas e legislações nacionais e internacionais concernentes à segurança e saúde do trabalhador, aspectos ergonômicos importantes referentes à visibilidade, alcance dos controles e principalmente amortecimento da vibração recebida pelo operador ainda se mantêm aquém dos parâmetros recomendados pelas normas de segurança e saúde do trabalhador.

As pesquisas de caráter ergonômico têm mostrado importantes aspectos da interação operador-máquina, contribuindo positivamente ao apontar as adaptações ainda necessárias aos equipamentos para a melhoria das condições de saúde e conforto do trabalhador.

### **2.3.3 Exposição humana às vibrações mecânicas**

Acreditando ser a exposição às vibrações mecânicas um dos mais importantes constrangimentos a que se expõe o operador de máquina de colheita florestal e tendo este trabalho buscado quantificar os níveis de exposição a este agente físico com os operadores estudados, cabem aqui algumas definições sobre o assunto, bem como as possíveis implicações à saúde, lembrando que as vibrações podem atingir o corpo inteiro ou partes dele, como mãos e braços, principalmente. Destacamos aqui as vibrações de corpo inteiro.

Segundo IIDA (2003, p.242) “vibração é qualquer movimento que o corpo executa em torno de um ponto fixo. Esse movimento pode ser regular, do tipo senoidal, ou irregular, quando não segue nenhum padrão determinado, como no sacolejar de um carro andando em uma estrada de terra”.

GRANDJEAN (1998, p.281) refere que “por vibrações entendem-se oscilações mecânicas, que são caracterizadas por variações regulares ou irregulares no tempo, de um corpo em estado de repouso”.

SALIBA (2009, p.10) se refere à vibração como “um movimento oscilatório de um corpo devido a forças desequilibradas de componentes rotativos e movimentos alternados de uma máquina ou equipamento”.

A Convenção nº 148 da OIT (OIT, 1977), Parte I, artigo 3, estabelece que “o termo ‘vibrações’ compreende toda vibração transmitida ao organismo humano por estruturas sólidas e que seja nociva à saúde ou contenha qualquer outro tipo de perigo”.

Diversas pesquisas revelam (WHO/OMS<sup>9</sup>) que os trabalhadores expostos às vibrações de corpo inteiro em condições mais severas podem desenvolver distúrbios na região da coluna dorsal e lombar, no sistema reprodutivo, problemas gastrointestinais, visuais e de equilíbrio e que a duração da exposição às vibrações é essencial para a intensidade dos efeitos.

Para DUL e WEERDMEESTER (2004, p. 75) “a vibração do corpo provoca desconforto quando houver combinação de um certo nível com o tempo de exposição”.

GRANDJEAN (1998) comenta que as vibrações têm numerosos efeitos fisiológicos que abrangem, em pequena intensidade, músculos, circulação e respiração e em grande intensidade, a percepção visual e produção psicomotora. Com relação a visão, o autor refere que abaixo de 2Hz não ocorrem perturbações, porém a partir de 4Hz já é possível mensurar alterações na acuidade visual.

IIDA (2003) refere que as vibrações são particularmente danosas ao organismo nas frequências mais baixas, de 1Hz a 80Hz, podendo provocar lesões nos ossos, juntas e tendões.

O corpo humano, assim como todo corpo dotado de massa e elasticidade apresenta frequências naturais de vibração para cada região do corpo (Figura 03). Quando uma frequência externa coincide com a frequência natural do sistema, ocorre a ressonância, que implica em amplificação do movimento.

O corpo inteiro é mais sensível na faixa de 4 a 8 Hz, particularmente a frequências de vibração de 5 Hz, que corresponde à frequência de ressonância na direção vertical (eixo **z**). Na direção horizontal e lateral, as ressonâncias ocorrem em frequências mais baixas, de 1 a 2 Hz. (IIDA, 2003)

---

<sup>9</sup> WHO/OMS: World Health Organization/Organização Mundial da Saúde.

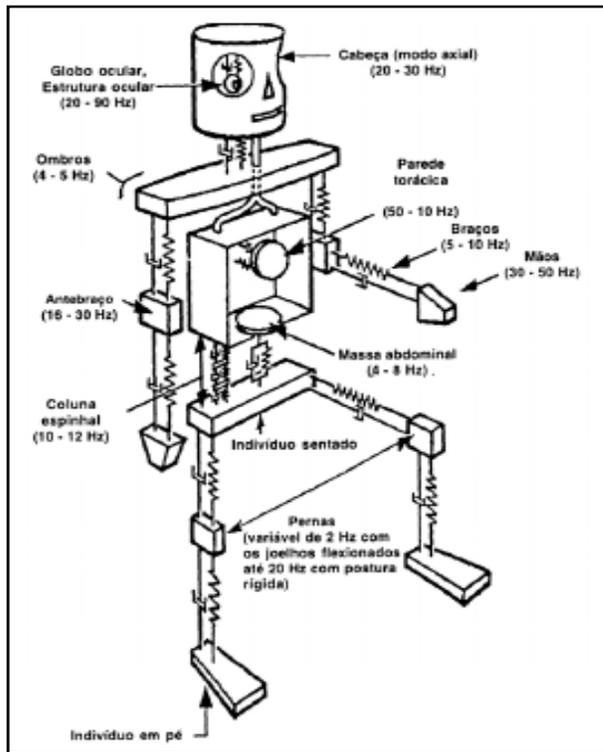


FIGURA 03 - Modelo mecânico do corpo – Ressonâncias.  
 Fonte: Brüel e Kjaer, 1989; p.8.

Há vários estudos que demonstram o comportamento do corpo humano sob o efeito de vibrações verticais com a pessoa sentada, onde:

“Na faixa entre 2,5 e 5 Hz ocorrem fortes ressonâncias na região do pescoço e coluna vertebral lombar (oscilações amplificadas até 240%); na faixa de 4 a 6 Hz são desencadeadas ressonâncias no tronco, ombros e nuca (amplificação até 200%); na faixa entre 20 e 30 Hz acontecem as mais fortes ressonâncias entre os ombros e a cabeça (amplificação até 350%).” GRANDJEAN (1998, p.282)

Segundo DUL e WEERDMEESTER (2004, p. 75):

“Na prática, as vibrações consistem de uma mistura complexa de diversas ondas com frequências e direções

diferentes. A partir da análise desses componentes é possível calcular um nível médio das vibrações. Esse nível médio é usado na prática para se avaliar o impacto das vibrações sobre o corpo humano”.

Os limites e recomendações preventivas a respeito da exposição às vibrações estão previstos em normas internacionais que servem de referência para a legislação nacional pertinente ao assunto. As principais e mais referenciadas são as normas ISO 2631-1: 1997 para vibrações de corpo inteiro; ISO 5349-1: 2001 para vibração localizada (mãos) e a Diretiva 2002/44 da Comunidade Européia.

Segundo XIMENES e MAINIER (2005) as normas ISO 2631-1: 1997 e ISO 5349-1 (2001) definem a vibração em três variáveis: frequência (Hz), aceleração máxima sofrida pelo corpo ( $m/s^2$ ) e direção do movimento, que é dada em três eixos espaciais: **x** (ântero-posterior) **y** (lateral; direita-esquerda) e **z** (longitudinal; pés-cabeça) (Figura 04).

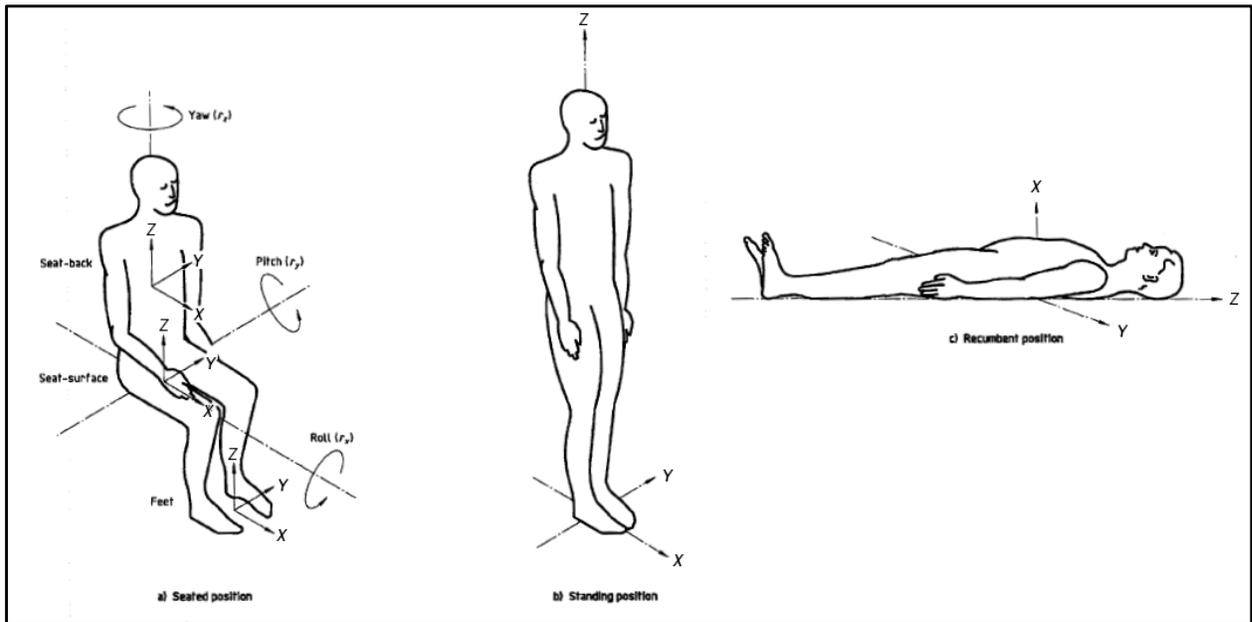


FIGURA 04 - Coordenadas Ortogonais (eixos x, y e z).  
Fonte: ISO 2631-1: 1997.

A Norma ISO 2631-1: 1997 apresenta uma metodologia para a avaliação dessa exposição de corpo inteiro, determinando que a mesma seja medida de acordo com um sistema de coordenadas que tenha origem no ponto onde a vibração se incorpora ao corpo humano, ou seja, na interface entre a fonte vibratória e o corpo. Esta norma estabelece que o método básico utilizado nas medições seja da aceleração ponderada, expressa em  $m/s^2$ , cujo valor total nas coordenadas ortogonais seja calculado pela fórmula:

$$a_v = \sqrt{k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2} \quad (2.1)$$

Onde:  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  e  $a_{wz}$  são as acelerações ponderadas dos eixos ortogonais, x, y e z, respectivamente e  $k_x$ ,  $k_y$  e  $k_z$  são fatores multiplicadores, onde  $k_x$  e  $k_y = 1,4$  e  $k_z = 1,0$ . (ISO 2631-1). Desse modo, a aceleração combinada dos três eixos é dada por:

$$a = \sqrt{1,4a_x^2 + 1,4a_y^2 + a_z^2} \quad (2.2)$$

Na norma ISO 2631-1: 1997 (p.22) no anexo B encontra-se um gráfico que apresenta a relação entre os níveis de aceleração ponderada e a duração da exposição, com destaque para as exposições na faixa de 4 a 8 horas, para pessoas sentadas (Figura 05). A região hachurada indica “precauções em relação aos riscos potenciais à saúde”; a região acima do destaque indica “riscos prováveis à saúde” e a região abaixo indica que “os efeitos à saúde não tem sido claramente documentados e/ou observados objetivamente”.

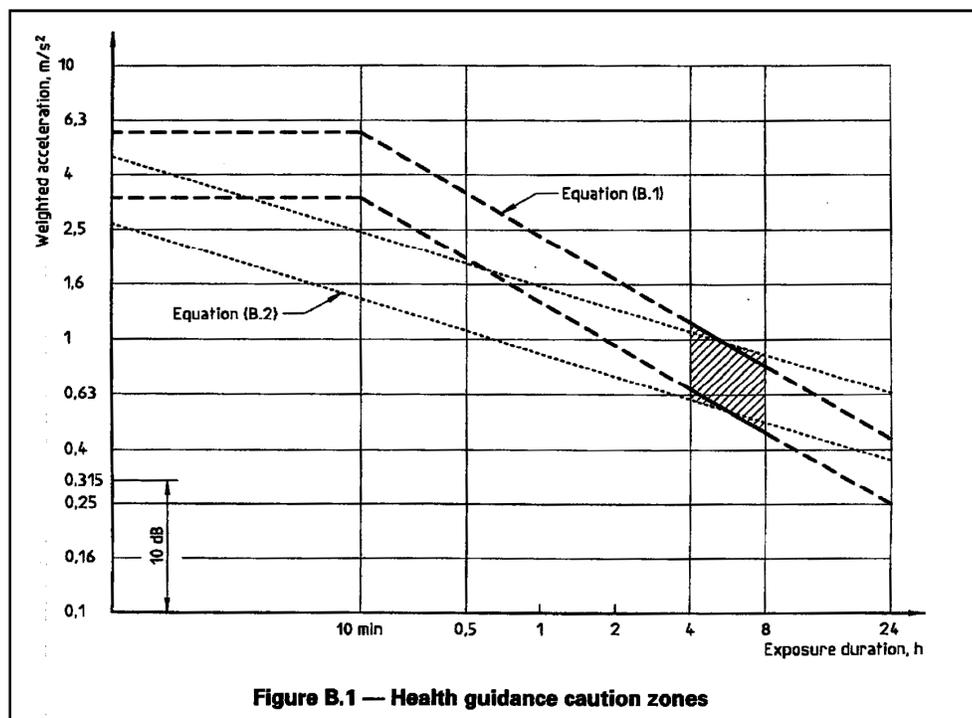


FIGURA 05 - Gráfico guia com as zonas de precaução à saúde ISO 2631-1: 1997  
 Fonte: ISO 2631-1:1997 – Anexo B.

GRIFFIN (1998) realizou a comparação entre os guias propostos sobre possíveis efeitos a saúde das normas ISO 2631-1: 1974, 1985 e 1997 e a norma British Standard BS – 6841:1987 e a metodologia sugerida para as avaliações de vibração de corpo inteiro. Constatou que, embora sejam claras com relação a metodologia de avaliação, a falta de clareza e a formulação ambígua quanto a orientação das zonas de cautela à saúde da norma ISO 2631-1:1997 – Anexo B, podem gerar confusões desnecessárias, propondo assim uma padronização das metodologias comparadas e duas equações a fim de determinar com maior precisão os tempos máximos permitidos de exposição à vibração de corpo inteiro em função da aceleração ponderada, uma vez que o eixo X (tempo) do gráfico guia do Anexo B é impreciso (Figuras 06 e 07).

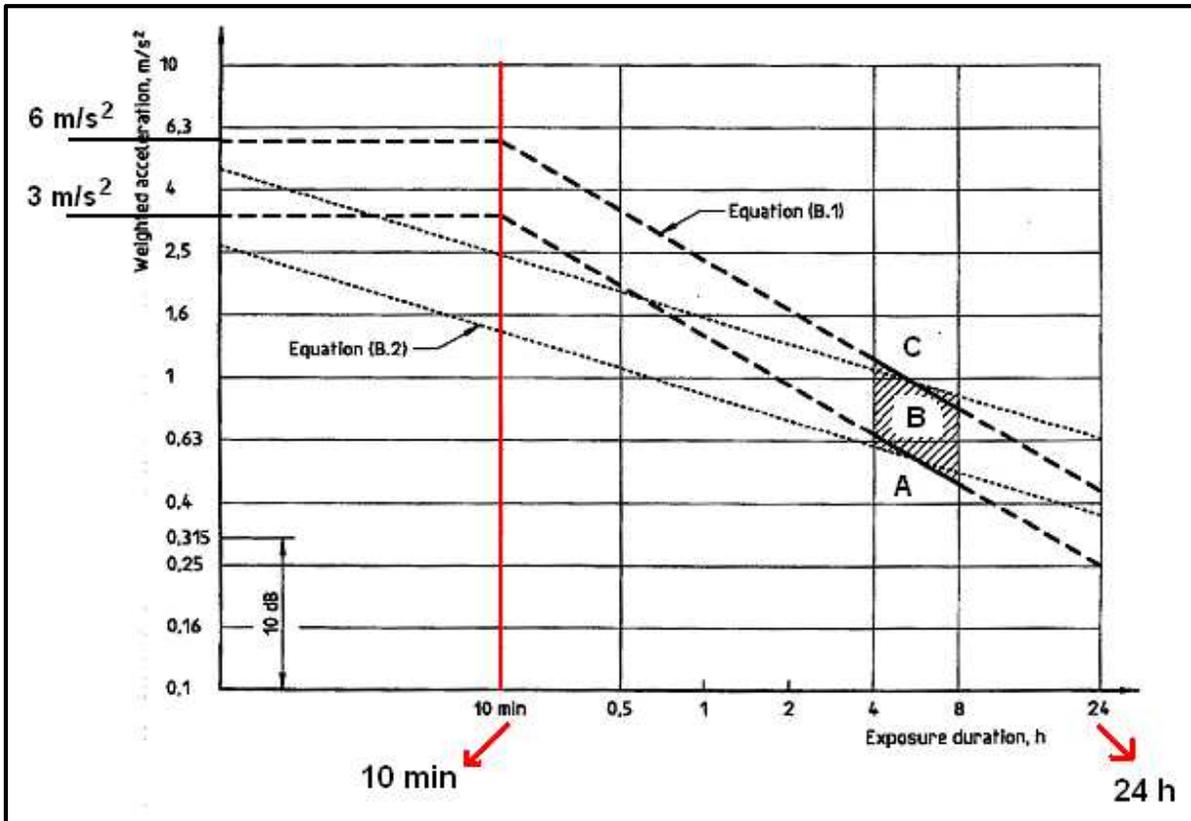


FIGURA 06 - Adaptação do Gráfico Guia com as zonas de precaução à saúde – ISO 2631-1:1997.

$a) Tu(min) = 10 \times \left[ \frac{6}{a_w} \right]^2$	$b) Tl(min) = 10 \times \left[ \frac{3}{a_w} \right]^2$
---	---

FIGURA 07 – Equações a e b de Griffin.  
Fonte: Griffin, 1998.

Onde em: a) *Tu* (*upper boundary limit of time exposure*) é o limite de tempo superior de exposição, b) *Tl* (*lower boundary limit of time exposure*) é o limite de tempo inferior de exposição e  $a_w$  é a aceleração ponderada em  $m/s^2$ .

A Figura 08 apresenta as indicações da Diretiva 2002/44 da Comunidade Européia, que também tem sido usada como referência para as avaliações da exposição às vibrações.

<b>Diretiva 2002/44/CE – limites de exposição e níveis de ação</b>			
<b>Parâmetro</b>	<b>Vibração em Mãos e Braços</b>	<b>Vibração de Corpo Inteiro</b>	<b>Data para implementação e condições</b>
<b>Nível de Ação</b>	2,5 m/s <sup>2</sup> A(8) <sup>(a)</sup> (r.s.s.) <sup>(a)</sup>	<b>0,5 m/s<sup>2</sup> A(8)<sup>(b)</sup> ou 9,1 VDV<sup>(c)</sup> (pior eixo)</b>	A partir de 6 de julho de 2005
<b>Limite de Exposição</b>	5,0 m/s <sup>2</sup> A(8) <sup>(a)</sup> (r.s.s.)	<b>1,15 m/s<sup>2</sup> A (8)<sup>(b)</sup> ou 21 VDV<sup>(c)</sup> (pior eixo)</b>	A partir de 6 de julho de 2007 os equipamentos fornecidos aos trabalhadores devem possibilitar atendimento aos limites.
			6 de julho de 2010 data limite para utilização de equipamentos antigos, fornecidos aos trabalhadores antes de 6 de julho de 2007, cuja operação implique exposição acima dos limites.
			<b>6 de julho de 2014 data limite para utilização de equipamentos (antigos) no setor florestal e agrícola, cuja operação implique exposição acima dos limites</b>
<p>(a) Valor normalizado para 8 horas (r.s.s.) expresso pela raiz quadrada da soma dos quadrados dos valores da aceleração ponderada em frequência rms, segundo os eixos x,y e z, conforme procedimentos e metodologia definidos pelas ISO 5394:2001, partes 1 e 2.</p> <p>(b) A avaliação da exposição à vibração de corpo inteiro (VCI) baseia-se na determinação da exposição diária A(8) expressa pela aceleração equivalente para um período normalizado de 8 horas, obtida a partir da maior parcela dos valores eficazes, ou a parcela mais elevada do valor de dose da vibração (VDV), das acelerações ponderadas em frequência determinada segundo os três eixos ortogonais (1,4 a<sub>wx</sub>, 1,4 a<sub>wy</sub>, 1 a<sub>wz</sub> para trabalhadores sentados ou em pé), conforme capítulos 5, 6 e 7 e anexos A e B da ISO 2631-1:1997.</p> <p>(c) VDV – Valor de Dose da Vibração, parâmetro a ser utilizado conforme ISO 2631- 1 (1997) quando há presença de picos ou choques significativos.</p>			

FIGURA 08 - Síntese da Diretiva 2002/44/CE.

Fonte: CUNHA, 2004.

Neste trabalho buscou-se estudar as implicações que envolvem o operador de máquina que faz parte de um sistema massa-mola-amortecedor que é excitado pela base (chassi da máquina); a razão entre o deslocamento do sistema suspenso formado pelo assento e o operador e o deslocamento do chassi da máquina (transmissibilidade) é um indicador do possível desconforto gerado pela vibração mecânica.

THOMSON (1978, p.66) refere que “regra geral, um corpo rígido tem seis graus de liberdade, a saber, translação ao longo e rotação em volta dos três eixos perpendiculares das coordenadas”. O autor apresenta um sistema dinâmico excitado por um ponto de suporte, para um grau de liberdade, como por exemplo, um assento que recebe as vibrações do chassi (mais o conjunto mola e amortecedor) e as transmite ao operador (Figura 09).

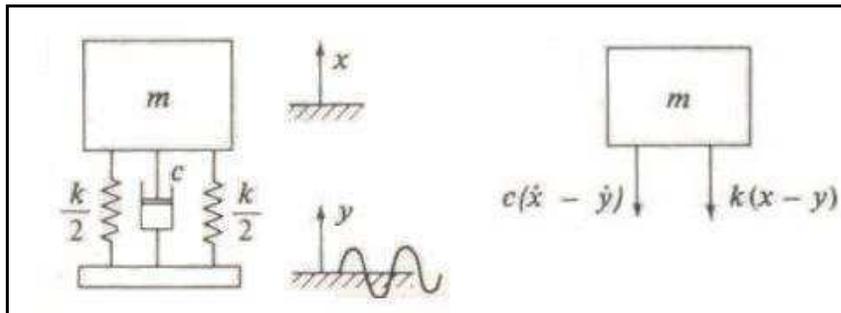


FIGURA 09 - Sistema excitado pelo movimento do ponto suporte.  
Fonte: THOMSON,1978, p.59.

De acordo com a Figura 09,  $y$  representa o deslocamento harmônico do ponto de suporte e o deslocamento  $x$  da massa  $m$  é medido a partir de uma referência fixa; na posição deslocada, as forças desbalanceadas são decorrentes do amortecimento e da ação das molas. O diagrama de corpo livre do sistema suspenso e a aplicação da terceira Lei de Newton resultam na seguinte equação diferencial do movimento:

$$m\ddot{x} = -k(x - y) - c(\dot{x} - \dot{y}) \quad (2.3)$$

Onde  $k$  é a constante de mola, proporcional ao deslocamento relativo e  $c$  a constante de amortecimento proporcional a velocidade relativa.

Rearranjando a equação, temos:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = ky + c\dot{y} \quad (2.4)$$

A resolução dessa equação diferencial resulta no valor absoluto da razão de amplitude, ou transmissibilidade representada a seguir:

$$\left| \frac{X}{Y} \right| = \frac{\sqrt{k^2 + (\omega c)^2}}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + (\omega c)^2}} = \frac{1 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}} \quad (2.5)$$

Onde  $X$  representa o deslocamento relativo do sistema suspenso e  $Y$  o deslocamento relativo do suporte,  $\omega$  (*ômega*) representa a frequência de excitação do suporte,  $\omega_n$  a frequência natural do sistema suspenso e  $\zeta$  (*zeta*) é fração de amortecimento, razão entre o amortecimento do sistema e o amortecimento crítico.

O ângulo de fase  $\phi$  (*fi*) pode ser expresso como:

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{m c \omega^3}{k^2 \left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right] + [c\omega]^2} = \frac{2\zeta \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^3}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} \quad (2.6)$$

As duas equações (2.5 e 2.6) para a amplitude do estado permanente e fase são representadas no gráfico na Figura 10.

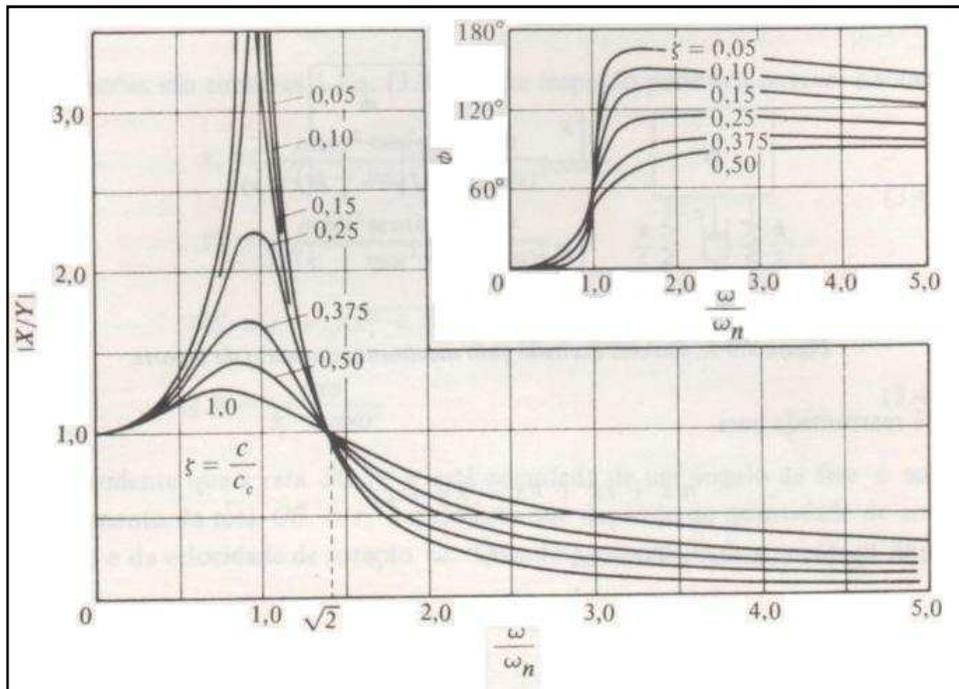


FIGURA 10: Gráfico das equações (2.5 e 2.6)  
 Fonte: THOMSON, 1978, p.60

O gráfico mostra que, para transmissibilidades inferiores a 1,0 a razão de frequências  $\frac{\omega}{\omega_n}$  deve ser maior que  $\sqrt{2}$ .

Essa interpretação gera recomendações projetuais para amenizar os efeitos da exposição às vibrações mecânicas de baixa frequência e alta intensidade, típicas de máquinas agrícolas e florestais.

Os estudos apresentados neste segmento a respeito dos efeitos das vibrações mecânicas ao corpo humano têm demonstrado que a duração da exposição a determinados níveis deste agente físico implica diretamente sobre a intensidade dos possíveis efeitos. Dessa forma, torna-se importante o acompanhamento mais frequente dos trabalhadores expostos, assim como a monitoração dos níveis gerados pelos equipamentos para que se possa ter uma ação efetiva, seja preventiva ou corretivamente, observando os níveis de ação propostos nas normas pertinentes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 – Caracterização do Estudo

O trabalho de campo foi realizado em dois hortos de uma empresa de celulose e papel, em aproximadamente 90 ha, em uma de suas três unidades, na região de Campinas – SP, localizada a uma latitude 22°22'15" sul e longitude 46°56'38" oeste, a 591 metros de altitude; o solo predominante da região é do tipo argiloso (empresa). O sistema de colheita da empresa é do tipo toras longas ou fuste. Esta unidade em particular foi selecionada por apresentar os modelos mais novos das máquinas eleitas para este estudo, as outras duas unidades de colheita da empresa participaram com informações colhidas através de um questionário que foi entregue aos operadores e que será descrito no subitem 3.2.

A empresa possui cerca de 102 mil hectares de área florestal, dos quais 72 mil são destinados ao cultivo sustentável do eucalipto para a produção de celulose e papel e 24 mil hectares de áreas preservadas, para a conservação das características originais das vegetações nativas. Seu principal produto é a *Celulose Kraft Branqueada de Eucalipto (BEK – Bleached Eucalyptus Kraft)*, indicada para utilização em uma grande variedade de papéis sendo uma empresa certificada pelo CERFLOR (Programa Brasileiro de Certificação Florestal, coordenado pelo INMETRO e reconhecido internacionalmente pelo PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) e também certificada pelo FSC (Forest Stewardship Council - Conselho de Manejo Florestal – uma organização não-governamental, independente e sem fins lucrativos que promove o Manejo Florestal Sustentável), além das certificações ISO 14001 (que valida todo o processo de produção relacionado a atividades florestais, desde a parte operacional das florestas até as pesquisas realizadas para aprimorar as espécies cultivadas), ISO 9001 (que certifica a adesão a parâmetros técnicos no manejo de florestas de eucalipto para a produção de madeira) e OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series - essa certificação valida a implementação, manutenção e melhora contínua do Sistema de Gestão em saúde e segurança ocupacional, auxiliando na redução de riscos e melhoria da eficiência operacional; também consolida a estratégia de desenvolvimento florestal sustentável) (Empresa,2010).

Este trabalho aborda os operadores de três tipos de máquina de colheita que compõem uma das sequências básicas de procedimentos pertinentes à colheita da madeira; são elas: feller-buncher (abatedores), skidder (arrastadores) e garra traçadora.

Em setembro de 2009 houve um primeiro contato com a Empresa quando foi agendada uma reunião para exposição do projeto de pesquisa. Na reunião realizada no mês seguinte, estavam presentes: o Gerente do Departamento de Colheita, acompanhado pela Coordenadora de Recursos Humanos, pelo Supervisor de Operação Florestal, pelo Técnico em Segurança do Trabalho e uma Enfermeira do Trabalho, representando o Departamento Médico.

Em dezembro de 2009 foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com 5 Supervisores e 2 Coordenadores do Departamento de Colheita da empresa, ao qual os operadores estão subordinados, a fim de se conhecer como a tarefa do operador é planejada, qual o grau de interferência desses profissionais na tarefa do operador e qual sua participação na contratação dos mesmos. O conteúdo dessas entrevistas se encontra no capítulo 4, sobre Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Em maio de 2010, nove operadores, três de cada modelo de máquina de colheita selecionado para este trabalho – *Feller-Buncher*, *Skidder* e *Garra Traçadora* – foram entrevistados em campo, junto as suas máquinas de trabalho. Não houve especificação na escolha destes operadores para que não ocorresse alguma pré-seleção que pudesse mascarar a realidade do trabalho do operador.

### 3.2 - Questionário

Em decorrência das primeiras entrevistas, observações preliminares e experiências anteriores em outros estudos, foi desenvolvido um questionário (Apêndice 1) a fim de complementar as entrevistas, bem como atingir a totalidade dos operadores empregados pela empresa nas outras duas unidades de colheita, distribuídas no estado de São Paulo e que não foram entrevistados, obtendo com isso mais subsídios para o desenvolvimento da AET.

O questionário foi estruturado em duas macro-partes. Na primeira parte buscou-se caracterizar a população envolvida na pesquisa e identificar dificuldades operatórias, inclusive com espaço para que as opiniões dos operadores fossem expressas com suas palavras. Dados sobre aspectos da saúde desses trabalhadores foram obtidos utilizando o Diagrama de Corlett (CORLETT e MANENICA, 1980) para identificação de áreas dolorosas, onde o operador, ao

responder positivamente sobre a existência de algum desconforto físico, deveria localizá-lo no diagrama e classificar a intensidade do mesmo, dando notas de 1 a 7.

Uma segunda parte do questionário diz respeito diretamente ao maquinário utilizado e a opinião dos operadores a seu respeito, tendo sido tomado como referência um checklist da União Européia, o *Ergonomic Checklist for Forest Machines* (ERGOWOOD, 2006) que contempla aspectos sobre cabine, visibilidade, assento, controles, painel, postura de trabalho, ruído, temperatura, gases e particulados (vedação), vibração e manutenção. Os operadores classificaram os itens citados em uma escala entre “bom, regular e ruim”.

Cada item avaliado foi desmembrado em subitens, como se segue:

- Acesso à cabine: tamanho dos degraus, distância entre os degraus, apoio para as mãos (corrimão), segurança dos degraus (escorregadios ou não), ângulo de abertura da porta, tamanho da porta, maçaneta da porta (pega);
- Cabine: espaço interno, proteção para o operador contra objetos que possam penetrar a cabine ou janelas, espaço para objetos pessoais, acesso ao kit de primeiros socorros;
- Visibilidade Diurna: lateral, frontal, traseira, visibilidade da área de trabalho durante a operação, tamanho e localização dos espelhos retrovisores, película protetora de sol;
- Visibilidade Noturna: lateral, frontal, traseira, visibilidade da área de trabalho durante a operação, distribuição das luzes, qualidade das lâmpadas, limpador de pára-brisa;
- Assento do operador: regulagem de distância, regulagem de altura, inclinação, regulagem do encosto, largura do assento, regulagem do apoio de braço, amortecedor de vibração e solavancos;
- Controles: acionamento, alcance dos principais controles, alcance dos controles secundários, movimentação do *joystick*, pedais (tamanho, altura, distância entre eles);
- Informações visuais no painel: posicionamento, tamanho e cor dos *leds*;
- Postura de trabalho: postura básica de trabalho, posicionamento dos braços, das mãos, das pernas e da coluna;
- Ruído: vedação da cabine;

- Temperatura: ar condicionado; distribuição do ar dentro da cabine;
- Gases e particulados: vedação da cabine, indicação no painel sobre troca de filtros;
- Vibração: amortecimento; sensação de desconforto;
- Manutenção: noções sobre manutenção da máquina.

Em agosto de 2010, o questionário foi entregue pelos supervisores aos 60 operadores da empresa (100%) nas três unidades de colheita; os supervisores receberam orientações sobre o preenchimento do mesmo a fim de orientar os operadores. Dos 60 questionários entregues, 48 foram preenchidos e devolvidos (80% do total), pois 2 operadores estavam de licença, 4 estavam de férias e 6 estavam em treinamento, portanto, 12 operadores não participaram da pesquisa. Foi esclarecido que os operadores não precisavam identificar-se com o nome no questionário e sua participação era facultativa.

### 3.3 – Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

Devido a breve duração da pesquisa de campo, a AET aqui apresentada encontra-se sintetizada em três macro-etapas (Análise da demanda, da tarefa e da atividade) que foram realizadas através de entrevistas e verbalizações com os gestores do trabalho e com os operadores, aplicação dos questionários, observações gerais e sistemáticas das situações de trabalho, fotos e filmagens durante um período de 11 meses (de dezembro de 2009 a novembro de 2010), com visitas aleatórias buscando presenciar as situações reais de trabalho em diferentes oportunidades, com diferentes operadores da unidade eleita para a pesquisa de campo. As filmagens foram realizadas no talhão, observando a movimentação das máquinas e também junto ao operador dentro da cabine, acompanhando seus movimentos. Por questões de segurança (da pesquisadora) não foi possível acompanhar a execução das atividades do turno da noite.

Para este trabalho, a demanda não teve outra origem que não a pesquisa acadêmica, buscando detalhar as atividades que envolvem o operador de máquina de colheita florestal em seu ambiente real de trabalho e o contexto que o envolve. Não se pretende elaborar recomendações ergonômicas à tarefa deste trabalhador, o que seria natural em decorrência da AET, mas sim trazer às vistas aspectos importantes sobre o profissional em questão e as

relações com seu trabalho, buscando servir de complemento para aqueles que desejarem prosseguir com uma abordagem de ordem prática sobre o assunto.

Apesar de esta pesquisa não apresentar um enfoque antropométrico, algumas medidas estão descritas a fim de caracterizar o acesso dos operadores à cabine das máquinas.

Novas verbalizações foram colhidas em setembro e outubro de 2010, por ocasião das medições dos níveis de vibração a que estes operadores estão sujeitos durante a jornada de trabalho, complementando ainda mais a AET.

### 3.4 – Análise Vibratória

As medições dos níveis de vibração foram realizadas nos três modelos de máquinas envolvidos nesta pesquisa, utilizando-se um medidor integrador de vibração triaxial da marca Larson Davis, modelo HVM 100<sup>®</sup> que atende as normas ISO 8041, ISO 2631 partes 1 e 2, ISO 5349 partes 1 e 2 e ISO 10819.

O aparelho fornece a Aceleração RMS<sup>10</sup> ( $A_{rms}$ ) - integração linear no tempo em 1, 2, 5, 10, 20, 30 ou 60 seg. ou exponencial – SLOW; Nível mínimo e máximo de aceleração RMS - ( $A_{min}$  e  $A_{max}$ ) - baseadas em  $A_{rms}$ ; Pico máximo de aceleração instantânea (atualizado na taxa  $A_{rms}$ ); Nível máximo do pico durante a medição ( $A_{mp}$ ); Nível de energia equivalente da medição ( $A_{eq}$ ) - média energética da aceleração RMS; Fator de crista instantâneo (CF) - razão entre Pico e a  $A_{rms}$ ; Fator de crista total ( $CF_{mp}$ ) - razão de  $A_{mp}$  a  $A_{eq}$  e VDV – Valor Dose de Vibração de um/quarta ordem. Essas informações fazem parte nos cálculos elaborados pelo aparelho, gerando gráficos que facilitam a visualização dos resultados.

O acelerômetro foi fixado no assento das máquinas através de um dispositivo almofadado preso com fitas adesivas (Figura 11) e o aparelho HVM 100<sup>®</sup> foi colocado na cintura do operador (Figura 12). As medições ocorreram no transcorrer das atividades normais do operador, em dois dias diferentes, com um intervalo de 20 dias entre eles, buscando registrar a exposição a vibração em situações reais de trabalho (não simuladas). Foram feitos cerca de 15 a 20 minutos de registro com cada operador, de forma a cobrir os ciclos de operação de cada máquina.

A Tabela 1 apresenta o delineamento metodológico sucinto, com períodos em que as atividades de campo foram desenvolvidas.

---

<sup>10</sup> RMS: Raiz Média Quadrática (ou Root Mean Square – para a sigla em inglês) – ISO 2631-1.



FIGURA 11- Acelerômetro fixo no assento da máquina



FIGURA 12 – HVM 100 preso a cintura do operador

Os resultados numéricos deste estudo foram tratados estatisticamente com o programa Excel, da Microsoft®, calculando os valores médios ponderados e desvio padrão.

Tabela 1 – Delineamento Metodológico

	Data	Local	Atividade	Participantes
	Set/2009	Unicamp	Contato telefônico e por meio eletrônico com a Empresa	Pesquisadora e Orientador
	Out/2009	Empresa	Reunião com diretores e supervisores do Departamento de Colheita da empresa	Pesquisadora, orientador; Gerente do Depto. de Colheita; Coordenadora de RH; Supervisor de Operações florestais; Técnico em Segurança do Trabalho e enfermeira do trabalho.
	Dez/2009	Empresa	Entrevistas semi-estruturadas com 5 supervisores e 2 coordenadores do Dpto. De colheita – início da AET	Pesquisadora e entrevistados
	Mai/2010	Campo	Entrevistas com 9 operadores de máquina de colheita florestal	Pesquisadora e operadores
AET	Agosto/2010	Campo	Entrega dos questionários aos supervisores para serem distribuídos em todas as unidades de colheita da empresa (3) a todos os operadores (48)	Pesquisadora e supervisores
	Set. e out/2010	Campo	Avaliação dos níveis de vibração; novas verbalizações dos operadores	Pesquisadora e operadores
	Nov. 2010	Campo	Finalizações das observações (AET)	Pesquisadora
	2011	Unicamp	Tratamento das informações e dos dados obtidos	Pesquisadora, orientador e co-orientador

#### **4. RESULTADOS e DISCUSSÃO**

Os resultados serão apresentados divididos em dois conteúdos: primeiramente, a Análise Ergonômica do Trabalho dos operadores de máquina de colheita florestal, com os aspectos em comum aos operadores dos três tipos de máquina selecionados para esta pesquisa e com as descrições do trabalho real de cada um deles, bem como com a transcrição das observações feitas no local, inclusive sobre as máquinas. Os dados correspondentes aos questionários estão distribuídos ao longo da AET por terem fornecido informações pertinentes ao contexto da mesma. Posteriormente serão apresentados os resultados das avaliações dos níveis de exposição vibratória dos operadores avaliados.

##### Aspectos Legais

O operador de máquina de colheita florestal está vinculado ao sindicato dos trabalhadores rurais da região em que atua; ocorre que tais sindicatos não possuem dados específicos sobre esse trabalhador por não serem distinguidos em uma categoria própria, o que dificulta muito a obtenção de informações mais específicas sobre esse profissional.

Os operadores envolvidos nesta pesquisa referiram ter rompido oficialmente, através de um documento por escrito, com o sindicato dos trabalhadores rurais da sua região de atuação por entenderem que o mesmo não os representava satisfatoriamente, optando por realizarem as negociações trabalhistas diretamente com a empresa contratante, mostrando-se muito satisfeitos com isso.

O regime de contrato destes operadores segue as normas da CLT.

A tarefa do operador de máquina de colheita florestal envolve aspectos (ruído, calor, vibração, por exemplo) que se enquadram em alguns itens da NR-15 (Norma Regulamentadora nº15 – Atividades e Operações Insalubres), e mais especificamente, a partir de 2005, com a publicação da Portaria nº 86, da Norma Regulamentadora nº 31 – NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura.

A NR-15 em seu Anexo 1, estabelece limites de tolerância para a exposição ao ruído contínuo ou intermitente; em seu Anexo 3 estabelece limites de tolerância para exposição ao calor e em seu Anexo 8 trata das vibrações localizadas ou de corpo inteiro, devendo-se tomar

por base os limites de exposição definidos pela norma ISO 2631 (vibração de corpo inteiro) e ISO 5349 (vibração localizada).

A NR-31 apresenta dez tópicos (31.10 a 31.10.09) que dizem respeito a ergonomia, incorporando os preceitos apresentados na NR-17 (Ergonomia).

A OIT – escritório Brasil – lançou em 2009 uma cartilha sobre o Trabalho Florestal em parceria com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) responsável pela gestão das áreas de florestas públicas federais sob concessão e pela promoção de um modelo de desenvolvimento sustentável de base florestal. Na referida cartilha (OIT, 2009, p. 07) encontram-se citadas as leis e normas que dizem respeito, direta ou indiretamente, ao trabalhador florestal e seu empregador, como decretos e instruções normativas específicas para o setor florestal, como se segue:

- CLT – Consolidação das Leis do Trabalho (para trabalhadores rurais e urbanos);
- Decreto 5.975/06 e Instrução Normativa nº 05/06 do Ministério do Meio Ambiente – trata dos planos de Manejo Florestal Sustentável;
- Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9503/97) – transporte florestal;
- Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284/06);
- Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9605/98).

Com relação à segurança do trabalho no setor florestal, bem como à saúde desse trabalhador, a Cartilha da OIT (p. 30) apresenta uma série de Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego, uma Portaria do Ministério da Saúde e uma Resolução da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que regulamentam os direitos e deveres do empregador e do trabalhador. São elas:

#### Segurança

- NR-05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- NR-06 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR-09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
- NR-23 – Proteção contra incêndios;
- NR-26 – Sinalização de Segurança;

- NR-31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura.

#### Saúde

- NR-04 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT);
- NR-15 – Atividades e Operações Insalubres;
- NR-07 – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO);
- NR-17 – Ergonomia;
- NR-24 – Condições Sanitárias e Conforto nos Locais de Trabalho;
- Portaria MS nº 518/2004 – Aferição de Potabilidade da Água;
- Resolução ANVISA nº 218 de 29/07/2005 – Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas preparados com Vegetais.

Dessa forma, o trabalhador florestal está amparado pelo seu sindicato, sindicato dos Auditores Fiscais do Trabalho, pelo Ministério Público, Justiça do Trabalho e pela Comissão de Direitos Humanos, conforme a necessidade.

#### Análise da população envolvida

A totalidade dos operadores envolvidos nesta pesquisa são do sexo masculino, a maioria casados, com pelo menos um filho, 75% tem idade predominante entre 30 (35%) e 49 anos (40%), atuando há mais de 15 anos na empresa e na função que ocupa atualmente – como mostram as Figuras 13, 14 e 15. Pouco mais da metade dos operadores (52%) tem baixa escolaridade, apresentando o ensino fundamental completo (6%) ou incompleto (46%); 40% apresentam ensino médio completo (incluindo nível técnico) e 8% incompleto. Em entrevistas realizadas com os supervisores e coordenadores do departamento de colheita da empresa, observou-se que, a princípio, a falta de experiência anterior específica como operador de máquina de colheita florestal não é fator excludente na contratação dos mesmos, pois a empresa valoriza aspectos comportamentais (como flexibilidade, capacidade comunicativa, por exemplo) dos candidatos, oferecendo o treinamento necessário para a formação técnica

(prática) do operador. Como se nota na Figura 15, a grande maioria dos operadores está na empresa há mais de 10 ou 15 anos, o que demonstra baixa rotatividade desse profissional na empresa, provável estabilidade na carreira e satisfação dos trabalhadores.

Os operadores entrevistados moram na cidade em que se localiza a unidade fabril onde executam suas atividades; a empresa oferece transporte de suas casas ou adjacências até o local de trabalho e os equipamentos de proteção individual (EPI): capacete, sapato de segurança, caneleira e protetor auricular.

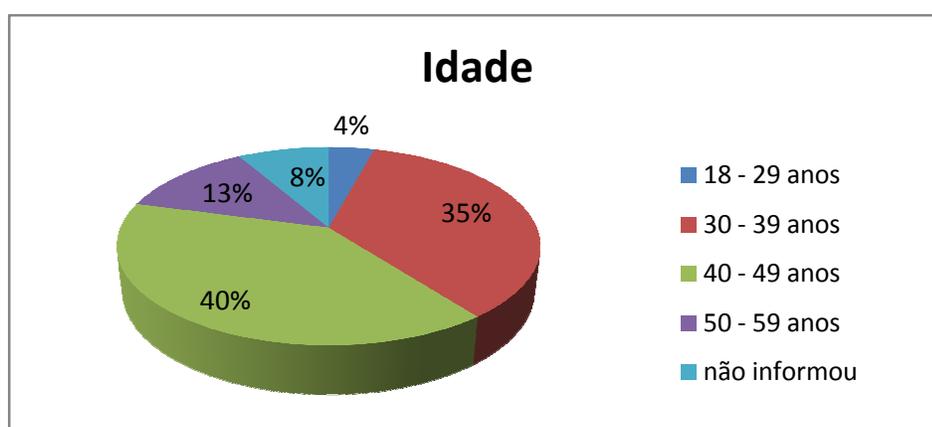


FIGURA 13 – Faixa etária dos operadores das três unidades de colheita

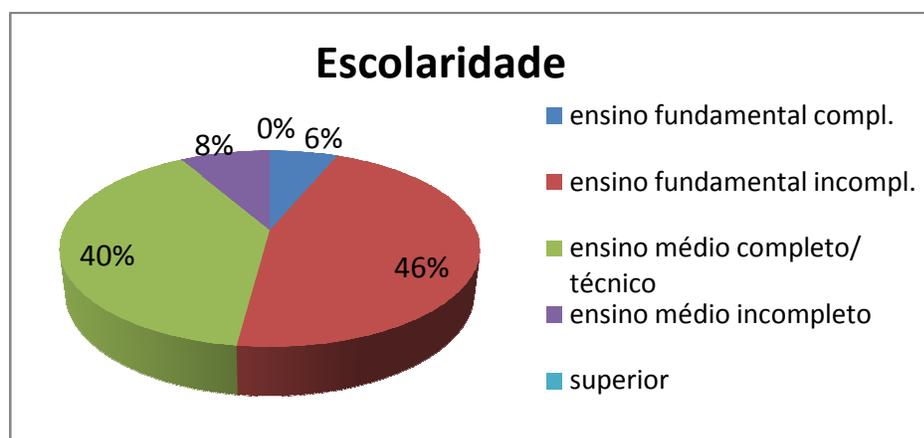


FIGURA 14 – Grau de escolaridade dos operadores das três unidades de colheita florestal

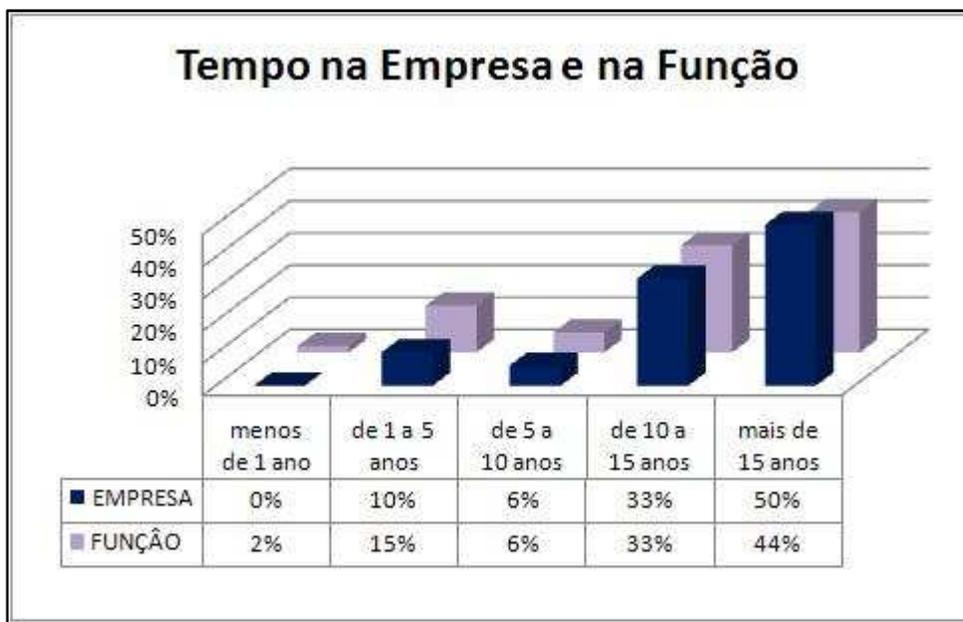


FIGURA 15 - Senioridade na empresa e função: operadores das três unidades de colheita.

A Figura 16 apresenta o organograma do Departamento de Colheita Florestal da empresa estudada, hierarquizando as relações entre as funções ligadas ao operador. O número entre parênteses indica a quantidade de colaboradores em cada função.

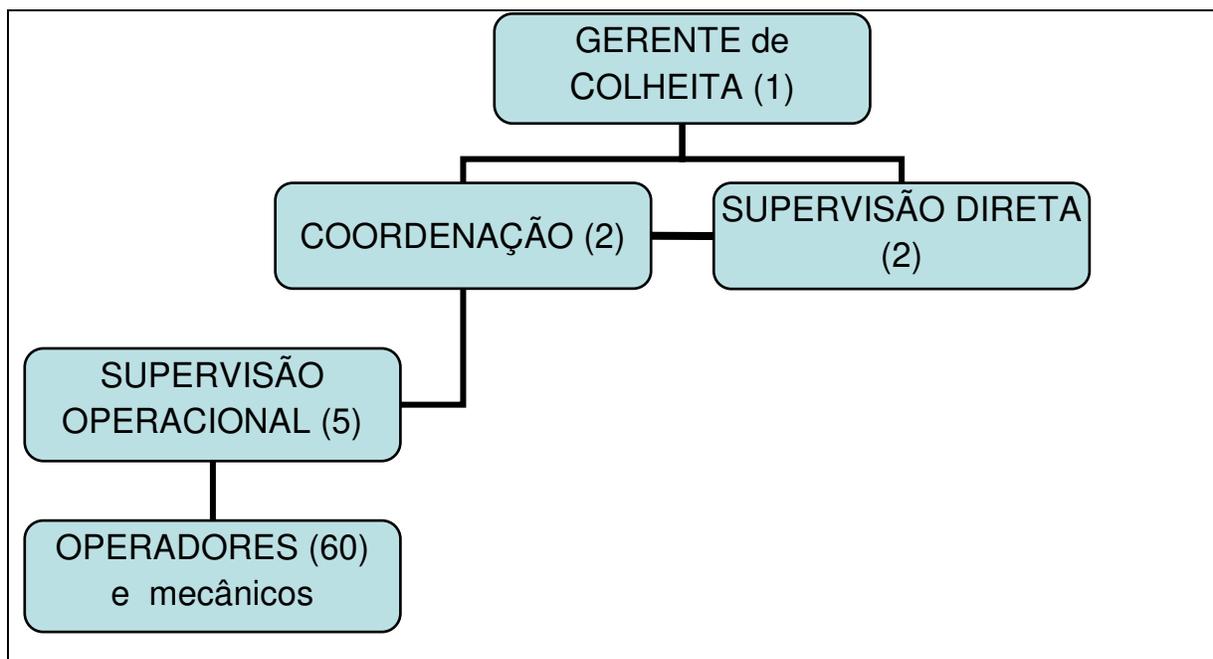


FIGURA 16 – Organograma do Departamento de Colheita Florestal da empresa estudada

## Organização do trabalho

Os operadores trabalham de segunda a sábado, são divididos em três turnos e fazem rodízio, como se segue na Figura 17; relatam não fazer hora-extra.

TURNO	Trabalho							Trabalho				2 semanas
	8h	9h	10h	11h30	12h30	13h	14h	15h	16h			
	café			almoço								
B	Trabalho							Trabalho				1 semana
	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h			
	manut. programada			jantar								
C	Trabalho							Trabalho				1 semana
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h			
				lanche					café			
Rodízio	2 semanas	1 sema- na	1 sema- na	1 sema- na	1 sema- na	2 sema- nas	1 sema- na	1 sema- na	1 sema- na	1 sema- na		
	A	C	B	C	B	A	B	C	B	C		
	6 dias	5 noites	6 dias									

FIGURA 17 - Turnos e rodízios.

As manutenções programadas ocorrem geralmente no início do turno B para abastecimento e lubrificação das máquinas, porém o *Skidder* é abastecido duas vezes ao dia, pois a capacidade de seu tanque de combustível é menor do que das outras máquinas. Os operadores tem 1 hora para as refeições e paradas não programadas podem ocorrer se houver algum problema operacional. Os operadores de uma das unidades fazem pausas para alongamento a cada hora trabalhada, por cerca de dez minutos.

Os operadores levam garrafas de água dentro da cabine da máquina, mas no posto móvel de apoio há água, banheiro químico, energia elétrica para carregar rádios e celulares e mesa para refeições.

Segundo os operadores, à noite o volume de trabalho é o mesmo, porém com menos paradas previstas, pois não há abastecimento das máquinas nesse período. As folgas ocorrem aos domingos e feriados.

Segundo o questionário, 35% dos operadores demonstraram preferência por algum turno específico, 2% não opinaram e 63% disseram não ter preferência.

Os operadores entrevistados disseram que há cerca de três anos, o pagamento fixo era acrescido de uma porcentagem de acordo com a produção, porém atualmente os salários foram corrigidos e a remuneração não está mais condicionada a produção ou qualquer outro fator. Os operadores revelaram que o salário varia entre R\$ 2.000,00 e R\$ 2.600,00 (variações devido ao adicional noturno, trabalho aos sábados e tempo de empresa) e que depois que as cabines das máquinas passaram a ser fechadas e com ar condicionado, o adicional de insalubridade não se justifica mais, portanto, foi retirado.

#### Entrevistas com Coordenadores e Supervisores

Os Supervisores e Coordenadores entrevistados estão há mais de dez anos na Empresa e há, pelo menos, dois anos na função atual.

Os Supervisores estão mais diretamente em contato com os operadores, indo a campo diariamente, verificando o andamento das operações e a necessidade de alguma intervenção quanto à manutenção das máquinas e dando atenção às necessidades que possam surgir por parte do operador.

As verbalizações dos supervisores revelam que os operadores são contratados baseados em dois critérios: o técnico e o comportamental. Pelo critério técnico é levada em conta, principalmente, a *“formação do operador dentro da linha florestal; quais tipos de máquina já operou, por exemplo, se já operou algum equipamento hidráulico; o conhecimento global da operação, visão de conjunto”*... No critério comportamental são avaliados: a *“capacidade comunicativa, esclarecimento, proatividade profissional, flexibilidade, boa participação em equipe, polivalência”*.

Relatam que anteriormente, na empresa em questão, os operadores eram separados por máquina de operação (Feller-buncher, Skidder e Garra Traçadora); porém, há cerca de 3 anos essa separação foi abolida e houve a unificação dos operadores, onde todos devem conhecer a operação dos três tipos de máquinas.

Os supervisores relatam que fazem duas reuniões mensais com os operadores – apesar de não conseguirem fazer com todo o time dos três turnos – para informá-los sobre o desempenho do módulo, gastos com manutenção e sobre segurança, porém o técnico de segurança do trabalho da empresa não participa dessas reuniões. Durante as pausas para refeições também há muita troca de informações entre os operadores e supervisores, pois estes vão a campo diariamente.

Os Coordenadores entrevistados têm por função abastecer as fábricas de celulose e papel com a madeira colhida, coordenando as atividades de corte, arraste, traçamento e transporte dessa madeira. As fábricas a que se referem (são três) são da própria empresa e são chamadas por eles de “*clientes*”. Interferem na tarefa do operador quando, “*por alguma contingência ou exigência da fábrica, ocorre a necessidade de mudar o planejamento quanto ao local de corte ou arraste*”. Quando perguntados sobre as características de um bom operador, revelam que a produtividade e bom desempenho, aliados a boa conservação da máquina e capacidade de liderança são fatores importantes, mas ressaltam também os aspectos comportamentais já citados pelos Supervisores. Informam que as questões relacionadas à manutenção das máquinas também interferem diretamente nas atividades dos operadores, quando, por exemplo, ocorre a demora na reposição de peças.

Os coordenadores vão a campo de duas a três vezes por semana e seu departamento (juntamente ao setor de Planejamento) é responsável pelo planejamento de corte, ou seja, onde as máquinas devem começar a cortar, qual o sentido da derrubada para facilitar o arraste, traçamento e transporte posterior – o chamado micro-planejamento, que acompanha o operador dentro da cabine da máquina. (Anexo 1)

#### Descrição das Máquinas de Colheita Florestal observadas em campo

Como instrumentos de trabalho, o operador dispõe de máquinas de alta tecnologia, cuja frota da empresa é renovada a cada 5 anos. O operador recebe treinamento teórico-prático com o fabricante, na própria empresa, com uma carga horária mínima de 40h e outro treinamento “*under-job*”, onde durante cerca de 3 meses opera junto a outro operador mais experiente, sendo depois monitorado por outros 3 meses pelo supervisor e pelo próprio instrutor “*under-job*” dele (operador). Além dos modos operatórios da máquina, o treinamento também oferece noções de manutenção.

As máquinas utilizadas pelos operadores nesta pesquisa foram: *Feller-Buncher*, modelo 860 C ano 2006 – da Tigercat; *Skidder*, modelo 635 D (6x6), ano 2009 – da Tigercat e *Garra-Traçadora* 320 CL, ano 2007 – da Caterpillar (Figuras 18 a 20).



FIGURA 18 - Feller-Buncher 860 C Tigercat.



FIGURA 19 - Skidder 635 D (6x6) – Tigercat.



FIGURA 20 - Garra-Traçadora 320 CL – Caterpillar.

### **Feller-Buncher**

O *Feller-Buncher* é uma máquina hidráulica sobre esteiras ou pneus, com *joysticks* eletrônicos, que se caracteriza como um trator derrubador-acumulador por ter um implemento frontal que realiza o corte, acumulando ou não as árvores em seu cabeçote para, posteriormente, depositá-las no talhão. O dispositivo de corte pode ser do tipo tesoura, sabre ou disco. A cabine é giratória (360°) e as esteiras movem-se de forma conjunta, em um mesmo sentido ou em sentidos contrários.

No caso deste trabalho, o *Feller-Buncher 860 C* da Tigercat (ano 2006) possui um cabeçote com disco denteado, de aproximadamente 50 mm de espessura, acionado por motor hidráulico com rotação de 1.200 rpm. Nas Figuras 21 e 22 encontram-se algumas dimensões gerais da máquina, fornecidas pelo fabricante.

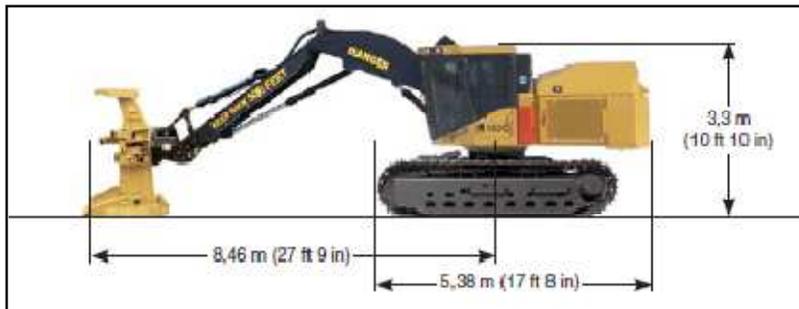


FIGURA 21 – Medidas 1 - Feller-Buncher 860 C – Tigercat.  
Fonte: catálogo Tigercat.

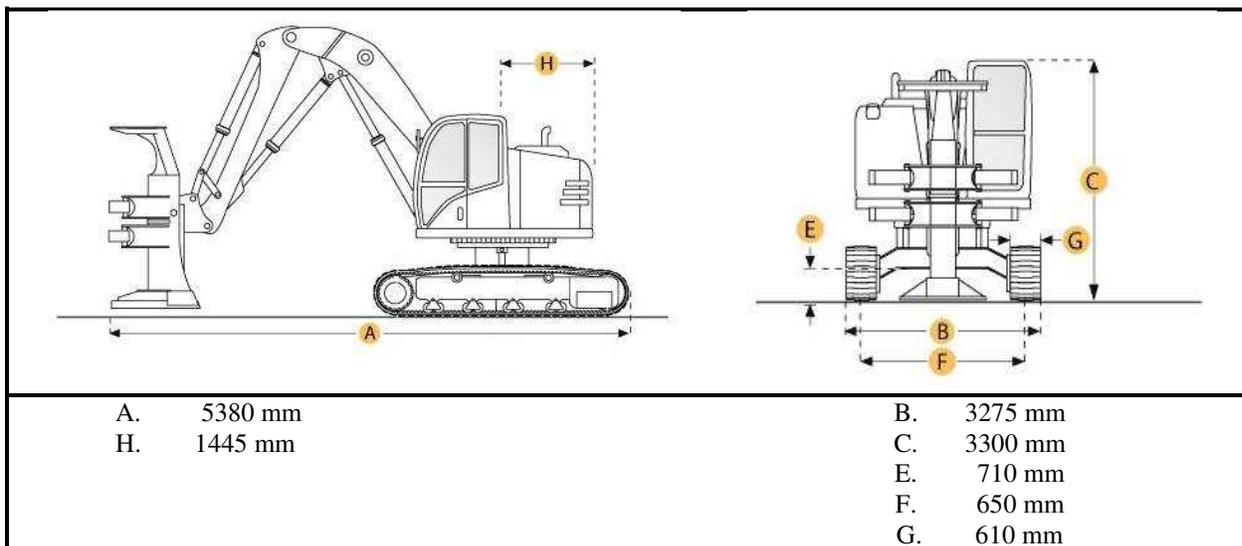


FIGURA 22 – Medidas 2 - Feller-Buncher 860 C – Tigercat.  
Fonte: Ritchiespecs,2010.

Na cabine, no painel lateral, à direita, encontram-se 16 comandos para as seguintes funções: chave de ignição; freio do giro da máquina; potência do motor; faróis; aquecedor de combustível (não se usa no Brasil); velocidade da máquina; ar condicionado (2 controles); Piloto “off” (botão grande e vermelho para paradas de emergência); Piloto “on”; buzina; ventilador; esteiras; serra; tomada 24V e tomada 12V (Figura 23).



FIGURA 23 - painel à direita do operador do Feller-Buncher.

Ainda à direita, sobre o console dos comandos citados, há um indicador da inclinação do terreno para que o operador acompanhe as oscilações do mesmo e não opere fora da faixa de segurança, ou seja, acima de  $45^\circ$  de inclinação.

Junto a coluna frontal direita da cabine há outros quatro mostradores – um digital e três analógicos (Figura 24) – que fornecem informações do motor hidráulico, nível de combustível, rotação do motor, temperatura do hidráulico, além de oito *leds* de alerta visual, em caso de mal-funcionamento.



FIGURA 24 - Painel na Coluna Frontal Dir. – Feller-Buncher

Na coluna frontal esquerda há um marcador eletrônico MultiDAT®, onde o operador insere algumas informações durante a execução da tarefa; essas informações serão descritas juntamente com a descrição da tarefa. Ainda nessa coluna, mais abaixo, encontra-se o extintor de incêndio.

Há um *joystick* acoplado a cada descanso de braço do assento e dois pedais a frente do mesmo, para acionar a movimentação das esteiras.

A cabine do *Feller-Buncher* também está equipada com rádio comunicador (para que o operador possa chamar a manutenção, ouvir informes e chamados dos supervisores) e rádio AM/FM.

### Skidder

O *Skidder* é considerado um trator arrastador amplamente utilizado na extração da madeira após o corte até a beira do talhão. Pode ser encontrado com rodados tipo esteira ou pneus, com eixos articulados ou não, equipados com cabos (guincho), garras ou pinças para o carregamento das toras e uma lâmina na outra extremidade da máquina que é utilizada na melhoria e limpeza do caminho e no ajuste do equilíbrio da máquina durante o arraste e carregamento.

No caso deste trabalho o *Skidder* utilizado é da marca Tigercat, modelo 635 D (6x6) articulado, ano 2009, com pneus calibrados em 30 libras na frente e 35 libras os de trás, munido de garra carregadora de 2,67m de abertura total. Na Figura 25 encontram-se algumas medidas e especificações fornecidas pelo fabricante.

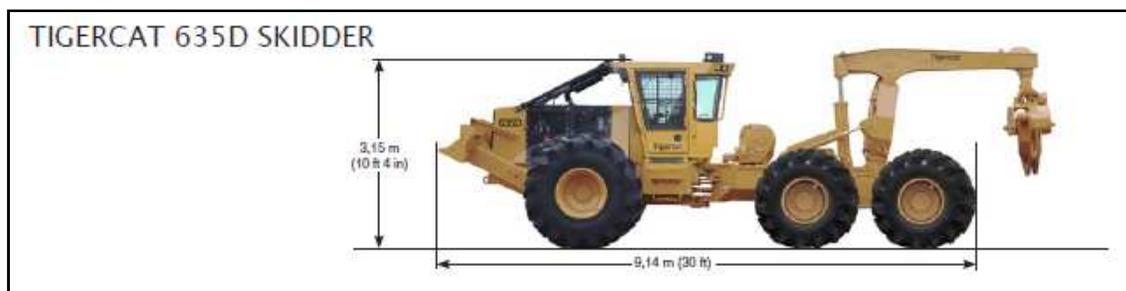


FIGURA 25- Medidas - Skidder 635 D Tigercat.  
Fonte: Catálogo Tigercat.

A cabine é fixa, porém o assento gira 100° em seu eixo, ficando travado na posição final de ambos os lados; há um console a frente do assento com 10 botões tipo interruptores

(on – off) dos quais 4 são para acionamento dos faróis, 1 para a limpeza do radiador (fica sempre no automático), 1 para a mudança do diferencial, 1 para a buzina, 1 para o freio-motor, 1 para temperatura (quente/frio), 1 para circulação do ar (interno/externo) e outros 2 controles do tipo rotativo, 1 para o ar condicionado, 1 para ar quente/frio e 1 botão tipo puxar/empurrar para o limpador de pára-brisa (Figuras 26 e 27).



FIGURA 26 - Painel frontal Skidder 635 D



FIGURA 27 - Interior da cabine (visão geral) – Skidder 635 D – catálogo Tigercat

Há um painel lateral onde se encontra o computador de bordo (Figura 28) com as informações digitais sobre a máquina, como as horas trabalhadas, indicação da data, horário, temperatura da água, nível do combustível, óleo hidráulico e transmissão. Não há mostradores analógicos e apenas uma luz de alerta no painel, ao lado do computador de bordo.



FIGURA 28- Computador de bordo Skidder

Abaixo desse painel, encontra-se um gabarito (Figura 29) desenhado com as funções dos *joysticks*, além da chave de ignição, acendedor de cigarros e tomada de 12 v; debaixo desse painel há um extintor de incêndio.



FIGURA 29 – Painel lateral – Skidder.

Há um *joystick* acoplado a cada descanso de braço do assento e dois pedais a frente do mesmo – acelerador e freio (eletro-hidráulicos, portanto, proporcionam pressão mais suave). Os pedais se repetem do outro lado, para quando o operador gira o banco. Próximo a base do *joystick* direito há uma pequena chave que comanda a elevação da lâmina. Os *joysticks* são eletro-hidráulicos, o que proporcionam comandos leves que respondem a toques suaves, sem que seja necessário exercer fortes pressões com os polegares. Junto à coluna frontal esquerda há um marcador eletrônico MultiDAT®, onde o operador deverá inserir algumas informações no decorrer da jornada de trabalho; tais informações serão descritas juntamente com a descrição da tarefa. A cabine também está equipada com rádio AM/FM e rádio comunicador.

### **Garra Traçadora**

A Garra Traçadora, como o nome sugere, é utilizada para cortar as árvores arrastadas e deixadas a beira do talhão pelo Skidder. O tamanho do traçamento depende principalmente da finalidade da madeira e das exigências do cliente.

A máquina-base da Garra Traçadora é uma escavadeira hidráulica, de rodados de esteira – na Figura 30 encontram-se algumas medidas e especificações fornecidas pelo fabricante – no lugar da pá convencional há um implemento de corte adaptado, formando o

chamado “conjunto de corte” composto de uma pinça (garra) e um sabre (serra) conjugados (Figura 31).

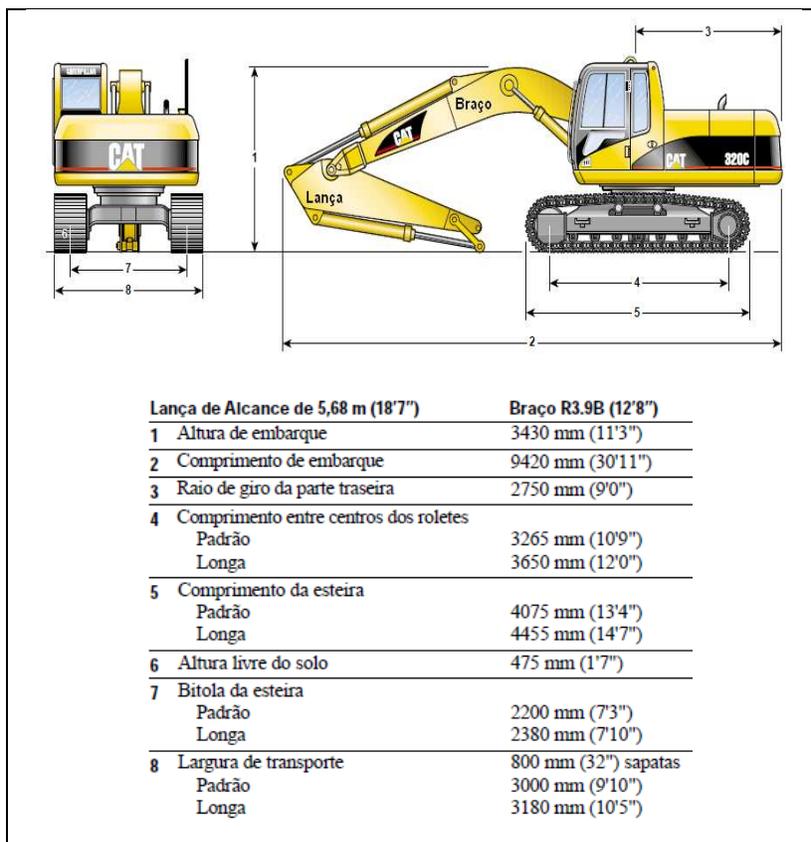


FIGURA 30 - Medidas Garra-Traçadora 320 C L – Caterpillar.  
Fonte: Catálogo Caterpillar.



FIGURA 31 - Conjunto de corte – Pinça e Sabre.

No caso deste trabalho, a máquina utilizada é do modelo 320C L da Caterpillar, ano 2007, com a cabine elevada<sup>11</sup> em 1,20m, equipada com pinça (ou garra) – de 1,18m de abertura e sabre (ou serra) de 1,20m.

A frente do assento encontram-se duas alavancas conjugadas a dois pedais (Figura 32), que acionam as esteiras, assim o operador tem a opção de trabalhar ora com os pés, ora com as mãos para se deslocar com a máquina. Da mesma forma que o Feller-Buncher, os pedais são acionados em uma mesma direção para que a máquina se desloque à frente ou de ré e acionados em posição oposta para virar a máquina para esquerda ou direita.

<sup>11</sup> A elevação da cabine em 1,20m se deve ao fato que, diferentemente da operação com escavadeira, onde o braço e a lança da máquina precisam de alcance abaixo do nível do solo, na operação de traçamento ocorre o oposto, ou seja, o braço e a lança precisam de alcance maior, acima do nível de visão do operador, devido ao empilhamento das toras durante o corte.

Do lado esquerdo do assento, fixa ao assoalho da máquina, há uma alavanca de segurança que aciona toda a parte hidráulica da máquina, se esta alavanca estiver levantada, nenhum comando hidráulico funcionará, funcionando apenas o motor e a parte elétrica.

Há dois *joysticks* (eletro-hidráulicos) fixados junto aos apoios de braço do assento da máquina, onde o da direita move a “lança” para cima e para baixo; movimentando-o para a direita o operador abre a garra e para a esquerda fecha a mesma; nesse *joystick* há ainda dois botões, onde o de baixo gira a garra para um lado e o botão de cima aciona a serra para o corte (Figura 33).



FIGURA 32 - Alavancas e pedais Garra Traçadora



FIGURA 33 - Joystick direito – Garra Traçadora

O giro da cabine é comandado com o *joystick* esquerdo, movendo-o para a direita ou esquerda; movimentando-o para frente ou para trás, desloca-se o braço da máquina nesses sentidos; há ainda três botões, onde um está desativado (funciona para escavadeira, mas não para traçador), o de cima aciona a buzina e o de baixo aciona o giro da garra (Figura 34).

A frente do assento, a direita, encontra-se o computador de bordo que fornece as informações (no mostrador digital) sobre água (nível, temperatura), óleo (nível, temperatura, troca de óleo e filtros), bateria, nível de combustível, rotação do motor (Figura 35); na cabine não há *leds* de alerta, as informações visuais vem todas a partir da tela do computador de bordo.



FIGURA 34 - Joystick esquerdo – Garra Traçadora



FIGURA 35 - Visão geral dos controles.

Junto a base do *joystick* direito há um botão giratório que determina a velocidade do deslocamento (lebre – 5km/h ou tartaruga – 3km/h) e a chave de ignição.

Sob o apoio de braço direito há um conjunto de 3 botões para serem usados em situações emergenciais, geralmente devido a algum mal-funcionamento mecânico, quebra, rompimento de mangueiras, entre outros. O primeiro deles passa o funcionamento da máquina do “automático” para “manual”; o segundo serve como acelerador da máquina para o deslocamento até algum lugar que seja mais apropriado para a manutenção por exemplo, e o terceiro aciona uma bomba do reservatório de óleo hidráulico, cuja função é diminuir a pressão do sistema hidráulico, no caso de rompimento de alguma mangueira, por exemplo, diminuindo significativamente o vazamento do óleo (Figura 36).



FIGURA 36 - Botões para situações de emergência.

Há um console a direita do assento com os controles digitais para: alarme de percurso (*on/off*), controlador eletrônico do motor (que quando ligado, reduz pela metade a rotação do motor quando o operador pára a movimentação dos *joysticks*), controle de velocidade de percurso (Lebre/Tartaruga), água do pára-brisa, limpador de pára-brisa e faróis<sup>12</sup> (conjunto de faróis da parte de cima e de baixo da cabine, conjunto de faróis no braço da máquina) - Figura 37.



FIGURA 37 - Painel a direita do operador

Na sequência, há os controles do Ar Condicionado e mais três botões, (Figuras 38 e 39) onde dois deles acionam outros conjuntos de faróis (atrás e nas laterais da máquina) e o terceiro trava a serra (no caso de manutenção da mesma) e o rádio AM/FM.

A cabine ainda está equipada com um rádio comunicador e próximo a porta, há o marcador eletrônico MultiDAT® para o operador registrar as atividades e pausas.

Do lado de fora da cabine, ao lado da porta, encontram-se dois extintores de incêndio.



FIGURA 38 - Controles Ar Condicionado



FIGURA 39 - Controles dos faróis e trava da serra

<sup>12</sup> Ao todo, a máquina possui 13 faróis.

## Ambiente de trabalho

O ambiente de trabalho do operador de máquina de colheita florestal pode ser visto de duas formas complementares: o ambiente externo e o interno.

No ambiente externo importa principalmente conhecer o tipo de solo, as condições do talhão em que se vai executar a tarefa e as condições climáticas diárias; já o ambiente interno diz respeito a cabine da máquina, propriamente.

Para FIEDLER e JUVÊNCIO (in MACHADO, 2002, p.464) “o ambiente propicia variações de conforto até níveis de estresse, tanto térmico e acústico, quanto visual, na medida em que são consideradas as variáveis climáticas da região onde a tarefa está sendo realizada.”

Os operadores observados ficam expostos ao ar livre enquanto fazem uma breve inspeção visual ao redor da máquina, estando sujeitos às intempéries (radiação solar, frio, chuva, raios) e as irregularidades do talhão, muitas vezes com tocos e galhos das árvores; essa inspeção leva cerca de dez minutos. O operador deve estar atento onde pisa devido a presença de “buracos” (tocas) de animais como o tatu, por exemplo, ou devido ao risco de picada de cobra (que, segundo os entrevistados, é raro acontecer); há também o risco de contato com aranhas, escorpiões, formigas e abelhas.

O solo da região onde a pesquisa foi realizada é levemente ondulado, o que propicia a colheita mecanizada.

Com relação ao ambiente interno das máquinas, foi utilizado o *Ergonomic Checklist For Forest Machines* (ERGOWOOD, 2006) – como referência aos itens sobre cabine, visibilidade, assento, controles, painel, postura de trabalho, ruído, temperatura, gases e particulados (vedação), vibração e manutenção, que foram classificados pelos operadores em uma graduação entre “bom, regular e ruim”. Tais itens, exceto ruído e vibração, não foram avaliados quantitativamente, apenas subjetivamente através das opiniões dos operadores, colhidas com o questionário, cujos resultados se apresentam na Tabela 2.

TABELA 2: Opinião dos operadores sobre a máquina.

Itens	Subitens	Classificação (%)			Classificação (%)			Classificação (%)		
		Skidder 635 D			Feller-Buncher 860 C			Garra Traçadora		
		Bom	Reg.	Ruim	Bom	Reg.	Ruim	Bom	Reg.	Ruim
Acesso à cabine										
	Tamanho dos degraus	84	8	8	82	18	-	100	-	-
	Distância entre degraus	84	16	-	91	9	-	80	20	-
	Corrimão	92	-	8	100	-	-	100	-	-
	Segurança dos degraus	100			100	-	-	100	-	-
	Ângulo de abertura da porta	100			100	-	-	80	20	-
	Tamanho da porta	100			100	-	-	100	-	-
	Maçaneta da porta	92	8	-	91	9	-	100	-	-
Cabine										
	Espaço interno	58	25	17	91	9	-	100	-	-
	Proteção para o operador contra objetos que possam penetrar a cabine	58	42	-	100	-	-	100	-	-
	Espaço p/ objetos pessoais	25	42	33	82	18	-	80	20	-
	Acesso ao kit de primeiros socorros*	*não há kit de primeiros socorros na cabine. O kit encontra-se na área de convívio.								
Visibilidade Diurna										
	Visibilidade lateral	84	16	-	100	-	-	100	-	-
	Visibilidade frontal	75	25	-	100	-	-	100	-	-
	Visibilidade traseira	92	8	-	73	18	9	40	60	-
	Visibilidade da área de trabalho na operação	100	-	-	100	-	-	80	20	-
	Tamanho dos espelhos retrovisores	75	25	-	73	27	-	100	-	-
	Posicionamento dos espelhos	92	8	-	91	9	-	100	-	-
	Película protetora de sol	42	16	42	66	-	34*	60	-	40*
*referem não haver película protetora de sol										
Visibilidade Noturna										
	Visibilidade lateral	92	8	-	91	9	-	80	20	-
	Visibilidade frontal	84	16	-	100	-	-	80	20	-
	Visibilidade traseira	92	8	-	91	-	9	20	80	-
	Visibilidade da área de trabalho na operação	92	8	-	100	-	-	60	40	-
	Distribuição das luzes (faróis)	100	-	-	100			80	20	-
	Qualidade das lâmpadas	100	-	-	100			60	40	-
	Limpador de pára-brisa	58	8	34*	-	-	**	80	20	-
*não há limpador de pára-brisa; **não há limpador de pára-brisa no feller-buncher										

TABELA 2: Opinião dos operadores sobre a máquina (continuação)

		Skidder 635 D			Feller-Buncher 860 C			Garra Traçadora		
Assento do operador		Bom	Reg	Ruim	Bom	Reg	Ruim	Bom	Reg	Ruim
	Regulagem de distância	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Regulagem de altura	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Inclinação lateral	*	-	-	*	-	-	*	-	-
	Inclinação do encosto	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Largura do assento	92	8	-	100	-	-	100	-	-
	Regulagem do apoio de braços	84	16	-	100	-	-	100	-	-
	Amortecedor de vibração e solavancos	58	8	34	82	18	-	40	60	-
* o assento não faz inclinação lateral										
Controles										
	Acionamento	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Alcance dos principais controles	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Alcance dos controles secundários	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Movimentação do <i>joystick</i> junto com apoio de braço	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Tamanho dos pedais	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Altura dos pedais	92	8	-	100	-	-	100	-	-
	Distância entre os pedais	92	-	8	100	-	-	100	-	-
Informações visuais no painel										
	Posicionamento dos <i>leds</i>	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Tamanho dos <i>leds</i>	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Cor dos <i>leds</i>	100	-	-	100	-	-	100	-	-
Postura de trabalho										
	Postura básica de trabalho	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Posicionamento dos braços	92	8	-	100	-	-	100	-	-
	Posicionamento das mãos	100	-	-	100	-	-	100	-	-
	Posicionamento das pernas	84	16	-	100	-	-	100	-	-
	Posição da coluna	84	16	-	100	-	-	80	20	-
Ruído										
	Vedação da cabine	58	34	8	91	9	-	100	-	-
Temperatura										
	Ar condicionado	100	-	-	100	-	-	80	20	-
	Distribuição do ar dentro da cabine	100	-	-	91	9	-	100	-	-
Gases e Particulados										
	Vedação da cabine	67	25	8	100	-	-	100	-	-
	Indicação no painel sobre troca do filtro	100	-	-	100	-	-	100	-	-
Vibração										
	Amortecimento	58	42	-	91	9	-	60	20	20
	Sensação de desconforto	(*)			(**)			(***)		
Manutenção										
	Noções (treinamento) sobre manutenção da máquina	100	-	-	100	-	-	100	-	-

\*A sensação de desconforto foi classificada como: constante para 25%, esporádica para 8% e rara para 67%.

\*\* A sensação de desconforto foi classificada como: esporádica para 9% e rara para 91%.

\*\*\* A sensação de desconforto foi classificada em: esporádica para 20%; constante para 20% e rara para 60%.

Na opinião de 100% dos operadores, a distribuição dos controles (alcance e acionamento) e as informações visuais no painel são consideradas boas nas três máquinas. Com relação aos pedais, 8% dos operadores do Skidder os classificaram como regular e ruim quanto a altura e distância entre os mesmos.

Os operadores queixaram-se a respeito do kit de primeiros socorros ficar na área de vivência e não dentro da cabine e boa parte dos operadores gostariam de mais espaço interno na cabine para objetos pessoais.

Outro ponto de destaque ocorre com relação a vedação da cabine do Skidder ao ruído, referida por 42% dos operadores como regular ou ruim.

Para 42% dos operadores do Skidder 635D, o amortecimento a vibração é considerado regular e a sensação de desconforto é constante para 25% deles.

Dentro da cabine o ar é climatizado, mantendo-se uma temperatura agradável, em torno dos 22°C e a vedação contra gases e particulados é considerada eficiente na opinião de 67% dos operadores do Skidder e para 100% dos operadores do Feller-Buncher e Garra Traçadora, segundo as respostas do questionário.

De um modo geral, dentre os modelos de máquina envolvidos nesta pesquisa, o Feller-Buncher recebeu as melhores classificações pelos operadores.

Com relação ao ruído, os níveis encontrados, fornecidos pelo PPRA da empresa (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, previsto na NR-9) estavam dentro das recomendações das normas vigentes (NR-15; NR-17) – Tabela 3.

TABELA 3: níveis médios de exposição ao ruído durante a jornada do operador

MÁQUINA	FUNÇÃO	N <sup>o</sup> de operadores	dB (A)
Feller-Buncher	Operador de Máquina de Colheita Florestal	22	62,3
Skidder	Operador de Máquina de Colheita Florestal	21	68,5
Garra Traçadora	Operador de Máquina de Colheita Florestal	17	72,2

Fonte: PPRA empresa (2010)

O assento das três máquinas envolvidas nesta pesquisa é de espuma, cuja densidade não foi possível obter especificações, possui suspensão a ar (Figura 40), regulagem da calibragem segundo o peso do operador, regulagem de distância e de altura e de inclinação do encosto; o apoio de braços possui regulagem de altura. Como a cabine do Feller-Buncher e da Garra Traçadora são giratórias, o assento é fixo, porém o assento do Skidder 635 D gira 100° em torno do seu eixo, uma vez que a cabine é fixa, facilitando a visão da área de trabalho e melhorando a postura.



FIGURA 40 – Assento com amortecedor pneumático com regulagem da calibragem.

### Postura de trabalho

Segundo DUL e WEERDMEESTER (2004, p.12), “... posturas prolongadas podem prejudicar os músculos e as articulações...”; GRANDJEAN (1998, p.62) observa que “o prolongado sentar leva a uma flacidez dos músculos abdominais e ao desenvolvimento da cifose”. Para IIDA (2003, p.86) “muitas vezes é necessário inclinar a cabeça para frente para se ter uma melhor visão...essa postura provoca fadiga rápida nos músculos do pescoço e do ombro...”

A postura predominante para as operações de colheita, arraste e traçamento é a sentada, com os pés, costas e braços apoiados, tendo os operadores dos três tipos de máquinas observadas boa visão da área de trabalho. As máquinas não possuem volantes, sendo seu direcionamento através de pedais e *joysticks*, assim como as demais funções do braço das

máquinas (conjunto de corte, da *Garra Traçadora*; braço acumulador, do *Feller-Buncher* e pinça carregadora, do *Skidder*) o que leva a uma intensa repetição de movimentos dos polegares (Figuras 41 e 42). Os pés acionam os pedais de aceleração e freio.

Um operador da *Garra Traçadora* revelou durante as entrevistas que, devido a posição do “braço” da máquina, a visão da posição das toras fica comprometida à direita, quando do início da formação da pilha de corte; desse modo, o operador precisa inclinar levemente o tronco para frente e rodar a cabeça cerca de 25° à direita, a fim de enxergar melhor o posicionamento das toras a serem cortadas. Essa “adaptação” na postura pode ser comprovada com as filmagens e ocorre inúmeras vezes durante a jornada de trabalho.

Já os operadores do *Feller-Buncher* e do *Skidder* não relataram qualquer peculiaridade com relação à postura adotada durante a jornada, ao contrário, consideraram-na boa, ficando de frente para a área de trabalho, com o *Feller-Buncher* uma vez que sua cabine é giratória, e a 45° com o *Skidder* ao pegar os feixes de frente para arrastá-los, pois seu o assento é giratório.



FIGURA 41 - Mãos/*Joystick*



FIGURA 42 –Botões/*Joystick*

### Metas

Abastecer a fábrica de celulose e papel (Cliente); por ocasião deste trabalho os operadores mencionaram ser a meta cerca de 83 mil m<sup>3</sup>/mês, variável de acordo com as necessidades da fábrica.

## Conteúdo da tarefa

Com relação a carga mental, LAVILLE (1977, p.27) aponta que:

“o nível de vigília sobre a tarefa a ser executada depende, não só das características da tarefa, ou seja, da intensidade e frequência dos estímulos do meio ambiente e dos sinais úteis, mas também do estado interno do operador, que varia em função de inúmeros fatores como hora do dia, período digestivo, falta de sono, entre outros”.

Segundo GRANDJEAN (1998) para a carga mental alguns fatores do ambiente de trabalho são determinantes: obrigação de vigilância permanente; obrigação de tomada de decisões, eventual sobrecarga da atenção por condições de trabalho monótono, limitação dos contatos pessoais, pois muitas vezes esses locais de trabalho são isolados uns dos outros.

Apesar da tarefa dos operadores ser executada em um ambiente externo isolado (e também sozinhos, dentro da cabine), com paisagem pouco diversificada em forma e cor e com movimentação bastante repetitiva, dos operadores que participaram desta pesquisa, 93% consideram a tarefa que executam pouco ou nada monótonas e 96% a consideram pouco ou nada cansativa (Figura 43).

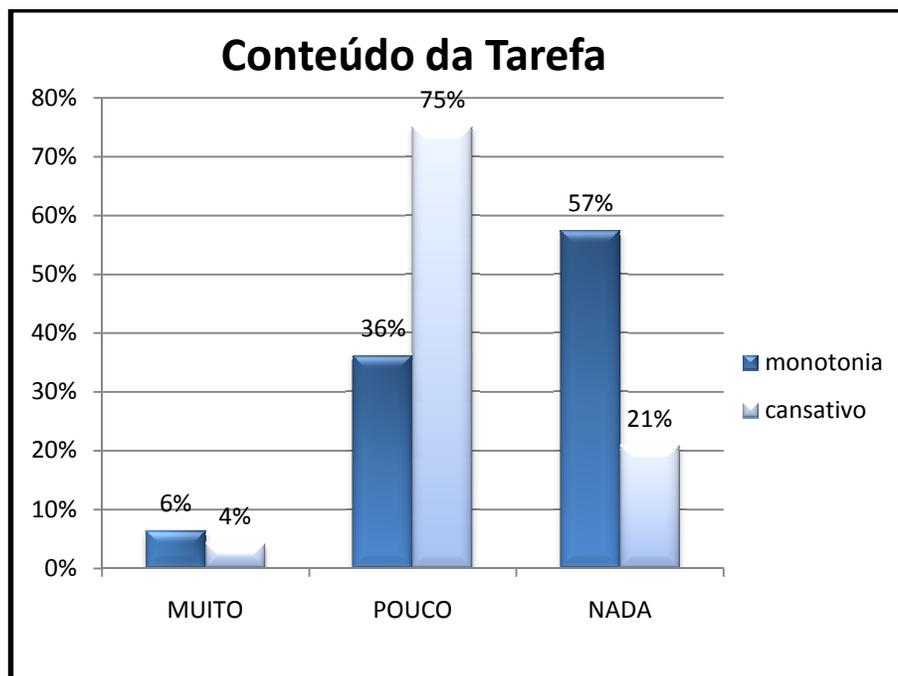


FIGURA 43 – Gráfico: Conteúdo da tarefa (Monotonia e Cansaço).

## Relação Saúde/Trabalho

Segundo o Departamento de Serviço Médico da empresa, de janeiro de 2010 a março de 2011, houve 3 ocorrências de acidentes do trabalho sem afastamento (o departamento não especificou os acidentes); no ano de 2010 foram realizados sete atendimentos de enfermagem com apresentação de atestado externo; em 2011, até o mês de abril, houve apenas uma procura ao atendimento de enfermagem. O Departamento de Serviço Médico informou ainda que no Departamento de Colheita há três casos de afastamentos por “doença própria” (essa é a terminologia empregada pelo departamento médico a fim de diferenciar os casos de afastamento por acidentes de trabalho ou doença ocupacional), sem especificar as mesmas.

Segundo o diagrama de Corlett utilizado no questionário, 54% dos operadores apresentam algum tipo de desconforto físico (Figura 44), sendo que a intensidade média é de 4,14 em uma escala que vai de 1 a 7 e a localização mais frequente foi assim distribuída: Lombar à Direita e Esquerda 21%; Cervical lado Direito 13%, Cervical lado Esquerdo 17%, Ombro Direito 10% e Ombro Esquerdo 13% (Figura 50). Outros 35% não referiram dor e 10% dos operadores não responderam essa questão (NR).

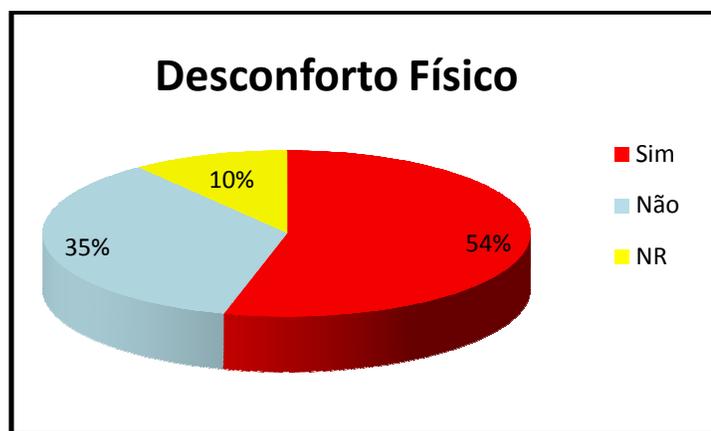


FIGURA 44 – Desconforto Físico (conforme questionário)

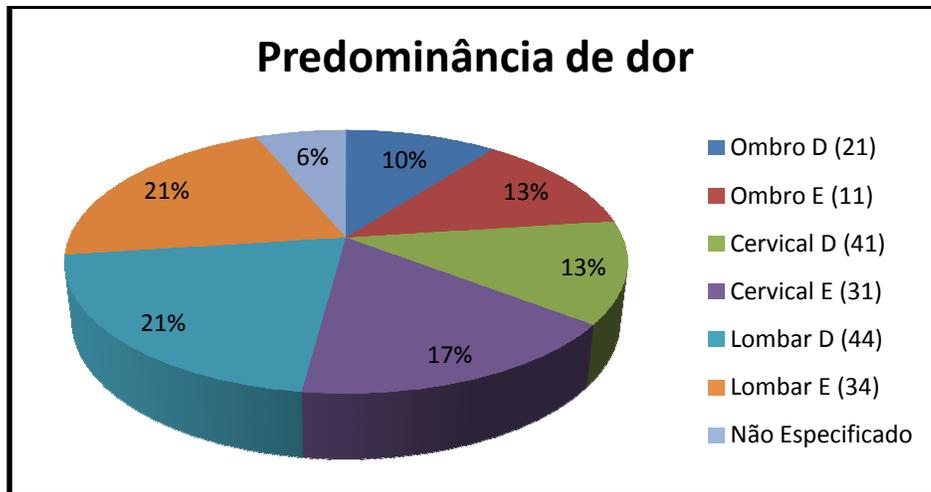


FIGURA 45 - Predominância de dor (conforme diagrama de Corlett – o número entre parênteses se refere a localização no diagrama).

Dos operadores que responderam ao questionário, revelando a existência ou não de desconforto assinalando no Diagrama das áreas dolorosas os locais em que ocorrem, daqueles que responderam positivamente (ou seja, 54%), 6% indicaram apenas um local de desconforto, 24% indicaram dois locais, 2% indicaram três locais, 6% indicaram quatro locais de desconforto e 11% indicaram entre 5 e 14 locais de desconforto e 51% não apontaram o local (Figura 46); 19% relataram algum desconforto visual (irritação nos olhos, dor de cabeça com visão pouco nítida) “de vez em quando” e 6% se queixaram de edema em Membros Inferiores.

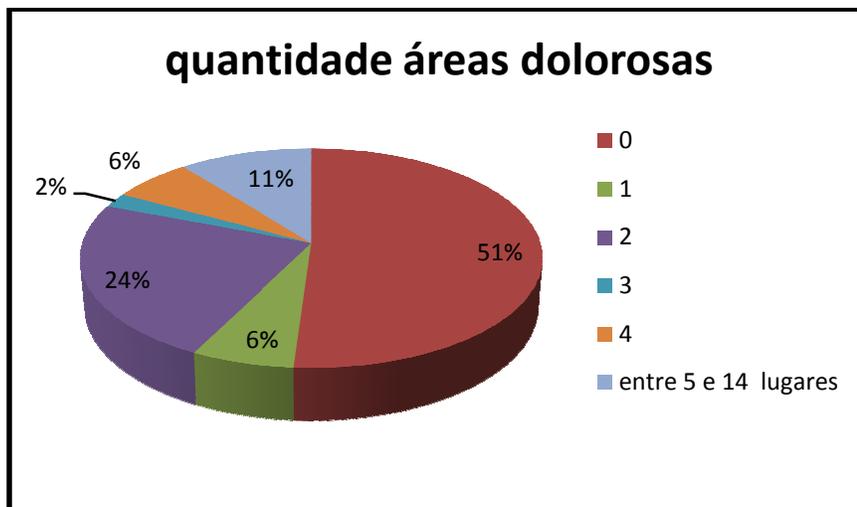


FIGURA 46 - Gráfico: Quantidade de áreas dolorosas (questionário)

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) a Classificação Brasileira de Ocupação (CBO) é o “documento que reconhece, nomeia e codifica os títulos e descreve as características das ocupações do mercado de trabalho brasileiro”; a edição mais recente (de 2002) atribui o código 6420 aos trabalhadores da mecanização florestal, subdivididos em ocupações e ainda apresenta uma descrição sumária da ocupação. Essa classificação possibilita a melhor identificação dos sujeitos em levantamentos estatísticos da Previdência Social ou do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), por exemplo (Figura 47).

Código	Ocupação
6420	Trabalhadores da Mecanização Florestal
6420-05	Operador de colhedor florestal; Operador de máquinas florestais (colheitadeira)
6420-10	Operador de máquinas florestais estáticas
6420-15	Operador de trator florestal; Operador de máquinas florestais (tratores), Tratorista florestal
<p>Descrição:</p> <p>Dirigem máquinas pesadas de operação florestal. Preparam atividade de colheita florestal, efetuam derrubada, descasque e desgalhamento mecânico de toras e estocam madeira. Inspeccionam máquinas florestais, realizam manutenção em segundo nível de máquinas florestais e empregam medidas de segurança.</p>	

FIGURA 47 - CBO2002.  
Fonte: CBO2002 – MTE.

De acordo com o Anuário Estatístico da Previdência Social, ano 2009, no capítulo 30 – tabela 30.6 – Acidentes do Trabalho por Situação do Registro e Motivo, segundo os subgrupos da CBO – houve 3.160 acidentes do trabalho com CAT<sup>13</sup> registrada, na categoria de trabalhadores de mecanização agropecuária e florestal – dos quais 2867 foram acidentes típicos<sup>14</sup>, 267 acidentes de trajeto<sup>15</sup> e 26 acidentes por doenças do trabalho<sup>16</sup>; note-se que os valores englobam duas ocupações: mecanização agropecuária e mecanização florestal, sendo difícil se obter dados isolados dessa classe de trabalhadores florestais, mascarando a realidade das condições de saúde deste trabalhador.

<sup>13</sup> CAT: Comunicação de Acidentes do Trabalho

<sup>14</sup> **Acidentes Típicos** – são os acidentes decorrentes da característica da atividade profissional desempenhada pelo acidentado.(Previdência Social)

<sup>15</sup> **Acidentes de Trajeto** – são os acidentes ocorridos no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa.

<sup>16</sup> **Acidentes Devidos à Doença do Trabalho** – são os acidentes ocasionados por qualquer tipo de doença profissional peculiar a determinado ramo de atividade constante na tabela da Previdência Social.

#### **4.1. Descrição das Atividades de Trabalho dos Operadores**

A diferenciação entre o trabalho prescrito e o trabalho executado é um dos mais importantes aspectos da AET; o que nos leva realmente mais próximo do entendimento daquilo que é feito, como é feito e porque se faz para se atingir os resultados esperados.

“A atividade, as condições e o resultado da atividade não existem independentemente uns dos outros. O trabalho é a unidade dessas três realidades”. (GUÉRIN et al., 2001, p.11)

Segundo WISNER (1987, p.75), “a metodologia da AET, que é uma abordagem do trabalho real, aparece como o instrumento de medida da distância entre o trabalho prescrito e o trabalho real”.

Os operadores entrevistados relatam não receber formalmente a prescrição da tarefa, porém são dadas algumas recomendações no micro-planejamento com relação a segurança e o sentido de corte nos talhões. Apesar de 75% dos operadores consultarem diariamente o micro-planejamento (segundo as respostas do questionário), durante as entrevistas e conversas informais, essa porcentagem mostrou-se bem menor, mas pôde-se observar que os operadores do Feller-Buncher são os que mais o consultam.

Segundo os Supervisores entrevistados, “... o *Feller-Buncher* derruba, mas recebe a orientação de deixar as copas “abertas” para facilitar a operação de desgálhe (feita manualmente, por terceiros, com machadinha) para depois serem arrastadas pelo *Skidder*”. O sentido da derrubada também é programado a fim de facilitar a sequência do processo (vide Micro-planejamento - Anexo 1). Ainda de acordo com os supervisores: “o operador do *Traçador* ‘deve’ a cada duas horas, aproximadamente, conferir o tamanho das toras cortadas, garantindo a medida de 2,25m. (árvore inteira é derrubada com cerca de 22m a 24m). A madeira derrubada leva de três a quatro dias pra deixar o talhão. Já as ‘pontas’ das árvores, devido a espessura mais delgada (diâmetro abaixo de 5 cm) fica cerca de um mês no talhão e é destinada a produção de energia”. Nos dias desta pesquisa, a *Garra Traçadora* estava cortando de 12m a 13m para celulose e deixando cerca de 10m para “energia”, seguindo o pedido da fábrica.

As tarefas realizadas pelos operadores foram separadas por tipo de máquina e em algumas etapas, para facilitar a compreensão do conjunto das atividades que as compõem.

As descrições que se seguem são relacionadas aos operadores do turno A – das 8h às 16h – e B – das 16h às 24h.

### **Feller-Buncher 860 C - Tigercat**

Três operadores do *Feller-Buncher 860C* (ano 2006) da Tigercat participaram desta fase da pesquisa. Todos foram observados, entrevistados, fotografados e filmados separadamente. Os operadores apresentavam idades de 42 (1,68m de altura), 47 (1,63m de altura) e 52 anos (1,78m de altura) e mais de 15 anos na função de operador. Todos com uma rotina de trabalho muito semelhantes entre si e que se resume a seguir:

O operador do Feller-Buncher chega ao talhão (na área de convívio) com o ônibus da empresa e, juntamente com os colegas e o supervisor da área, toma o café da manhã fornecido pela mesma (café com leite, pão com manteiga). Durante esse período, ocorrem trocas de informações, reuniões rápidas para esclarecimento de alguma questão que seja necessário abordar, proposta pelo operador e seus colegas ou pelo supervisor, geralmente de caráter genérico, com relação à manutenção da máquina. Após o café, o operador passa o crachá na leitora eletrônica e é levado para o talhão onde se encontra a máquina que vai operar, lá deixada pelo operador do turno anterior.

As tarefas foram separadas em etapas para facilitar o entendimento e a descrição das mesmas, como se segue: preparo, deslocamento e corte/derrubada.

#### A) Preparo – fora e dentro da cabine.

Fora da cabine – Uma vez próximo à máquina o operador começa sua inspeção visual, verificando as condições das sapatas das esteiras (se há alguma madeira enroscada, por exemplo), verifica se não há trincas no cabeçote, se não há “jogo” na movimentação do disco de corte e se o mesmo está girando livremente, “sem enroscos”; verifica se há algum vazamento nas mangueiras, abre os tampos traseiros onde verifica o óleo do motor e água do radiador e os fecha em seguida. Essa inspeção leva de 8 a 10 minutos. As informações sobre óleo e água podem ser verificadas no computador de bordo localizado no painel da máquina, mas a maioria dos operadores prefere fazer também a inspeção visual sobre estes itens (exceto no turno da noite).

O operador do *Feller-Buncher* abre a porta frontal<sup>17</sup> da máquina, cuja maçaneta fica a uma altura de 1,5m do chão e entra na máquina, segurando nas alças de apoio da cabine e da

---

<sup>17</sup> Além da porta frontal (principal porta de acesso à cabine da máquina) existe outra póstero-lateral e uma saída de emergência no teto da máquina.

porta com os braços elevados acima da altura dos ombros e utilizando como degraus dois apoios para os pés na própria esteira; no terceiro passo já está dentro da cabine (Figura 48).

Dentro da cabine – O Operador senta-se e começa a regular o assento, pois o mesmo estava com a regulagem do operador do turno anterior. Após os ajustes necessários, o operador pega uma pasta com as ordens de serviço, juntamente com o micro-planejamento e anota seu nome, seu número de registro, a data e preenche o campo destinado ao horímetro, onde deve anotar o valor indicado no horímetro da máquina no início e no final de seu expediente, ou seja, as horas trabalhadas com a máquina. Afixado na coluna da esquerda, dentro da cabine, há um marcador eletrônico MultiDAT ® (Figura 49) onde o operador digita seu número de registro, e o código do início das operações; sempre que houver alguma parada que ultrapasse 5 minutos, esta deve ser registrada neste aparelho, de acordo com o código do ‘motivo’ da parada, por exemplo, se parou devido a uma visita de algum pesquisador, se a parada foi por algum defeito da máquina, por alguma ocorrência no talhão, entre outros.



FIGURA 48 - Acesso a cabine do Feller-Buncher



FIGURA 49 - MultiDAT®.

Ainda na etapa de preparo, o operador ajusta o cinto de segurança de 4 pontos, coloca os protetores auriculares e o capacete de proteção. Uma vez fechada a porta da cabine, o operador dá a partida na máquina girando a chave de ignição; liga e regula o ar condicionado e aciona o botão “Piloto *on*” (botão verde no console direito) que libera o funcionamento hidráulico da máquina – esse botão não funciona se a porta da cabine estiver aberta. Todos

esses comandos ficam à direita do operador. Há uma alavanca à esquerda que torna constante a velocidade da máquina, que é representada pela figura de uma lebre ou de uma tartaruga. Como as figuras sugerem, a velocidade na posição da lebre é mais rápida (cerca de 4,5 km/h), já na tartaruga a velocidade não ultrapassa os 2km/h. O operador também aciona esta alavanca antes de começar a se deslocar com a máquina. Todas essas ações só se repetirão após alguma parada durante a jornada, caso o operador tenha que descer da máquina.

### B) Deslocamento

O operador testa as funções de ambos os *joysticks* para verificar alguma anormalidade, movimentando-os; acionando os dois pedais a sua frente, a máquina começa a se deslocar pela rua do talhão até aproximar-se do local onde deverá começar a derrubada propriamente dita.

Acionando ambos os pedais para frente, a máquina se desloca a frente, acionando os mesmos pedais, pressionando-os com os calcanhares, a máquina se desloca para trás. (Figuras 50 e 51). Os pedais também são acionados de forma não sincronizada para que a máquina vire para a direita ou esquerda.

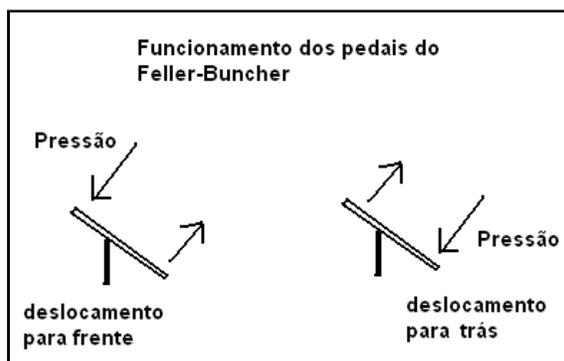


FIGURA 50 - Acionamento Pedais Feller-Buncher.



FIGURA 51 - Pedais Feler-Buncher.

### C) Corte e Derrubada

Uma vez próximo às árvores onde dará início ao corte, o operador registra (com a mão esquerda) no marcador eletrônico o código da derrubada, aciona o botão que liga o giro da serra (com o polegar direito) localizado no painel lateral direito e a mesma começa a girar

constantemente, sem que haja necessidade de algum comando extra – no *joystick*, por exemplo.

O operador segura os *joysticks* com os punhos em posição neutra, digitando com os polegares os dois botões inferiores de cada *joystick* e movimentando-os para frente, para trás e para os lados, de acordo com as necessidades da operação. A digito-pressão exercida com os polegares é suave, não exigindo força, pois os comando são hidráulicos.

Manipulando ambos os *joysticks*, o operador aproxima o braço da máquina junto à base da árvore, efetua o corte, pega a árvore com o acumulador grande (*joystick* esquerdo) e a segura com o acumulador pequeno (*joystick* direito). Em ambos os *joysticks*, na parte frontal junto ao dedo indicador, há um gatilho cuja finalidade é rodar o cabeçote cerca de 15° para a direita (*joystick* direito) ou esquerda (*joystick* esquerdo) para ajustar a posição do cabeçote na base da árvore e quando o operador vai depositá-las no chão do talhão (a 45° em relação a linha do plantio) para facilitar a ação posterior do Skidder (Figuras 52, 53 e 54)

De acordo com o diâmetro das árvores, podem ser acumuladas cerca de 8 ou 9 de cada vez (para diâmetros de 0,15 a 0,20 m) ou de 4 a 5 árvores por vez (para diâmetros de 0,20 a 0,40m). No talhão em que a pesquisa foi realizada, o operador acumulava cerca de 7 a 8 árvores, antes de tombá-las.

Ao abrir um eito, o operador corta as árvores somente de um lado da rua, passando depois a cortar dos dois lados (Figura 55).



FIGURA 52- *Joystick* Esquerdo - Feller-Buncher



FIGURA 53 - *Joystick* Direito - Feller-Buncher



FIGURA 54 - Gatilho *joystick* - Feller-Buncher

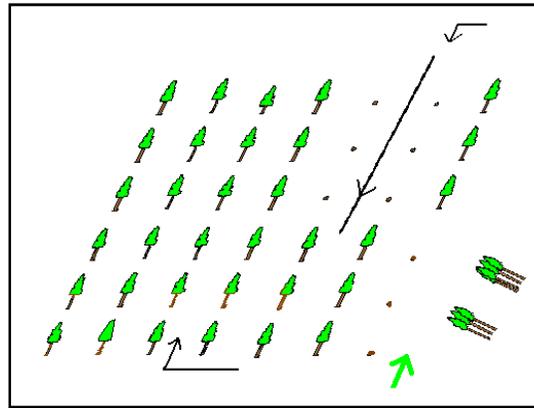


FIGURA 55 - Deslocamento do Feller-Buncher no talhão

### Ciclo da tarefa

Como ciclo da tarefa do Feller-Buncher, neste caso, foi considerado o momento em que começa o corte propriamente dito, acumula de 6 a 8 árvores e as deposita no chão, levando, em média, 1min23segundos, segundo as observações e filmagens, considerando pequenos deslocamentos que faz para se aproximar das árvores e se afastando até o local do tombamento (Figura 56). Nesse período foram executados, ao menos, 16 movimentos com o polegar direito e 16 movimentos com o polegar esquerdo, associados a movimentação para frente, para trás e para os lados com o *joystick*, mais as pressões dos gatilhos com os dedos indicadores (direito e esquerdo) para ajustar a posição do cabeçote a base das árvores e ao tombá-las.

Etapas		Tempo	Postura	Canais sensoriais envolvidos
Preparo (fora da cabine)		8 a 10 minutos	Em pé	Visual; cinestésico
Preparo (dentro da cabine)		1 a 2 minutos	Sentada	Visual; auditivo; cinestésico
CICLO	Deslocamento até local de corte	1 a 3 minutos	Sentada	Visual; auditivo; cinestésico
	Corte e deslocamento carregado	23 seg a 56 seg	Sentada	Visual; auditivo; cinestésico
	Tombamento	4 a 7 seg	Sentada	Visual; auditivo; cinestésico

FIGURA 56 - Decomposição da tarefa – *Feller-Buncher*.

Em uma análise simples, podemos verificar que as etapas de deslocamento e derrubada apresentam alta exigência de coordenação motora, com cerca de 32 movimentos de digito-pressão dos polegares, associados aos movimentos de “pressão em gatilho” dos indicadores, movimentação lateral e ântero-posterior discreta dos punhos e dorsiflexão e flexão plantar em ambos os pés, acionando os pedais da máquina. Nem sempre a cabine se posiciona de frente para o sentido do deslocamento, pois enquanto as esteiras se movem nas ruas do talhão, entre as árvores, a cabine está de frente para as mesmas para a realização do corte (Figura 57), o que faz com que o operador, muitas vezes, se desloque lateralmente, mesmo estando posicionada frente para a área de trabalho.

Os canais sensoriais visuais e cinestésicos são altamente solicitados; o canal sensorial auditivo serve ao operador como indicador da ‘saúde’ da máquina, pois como foi revelado durante as entrevistas, qualquer alteração no “barulho” do motor ou da serra, é um sinal de alerta que chama a atenção do operador que, não raro, já sabe qual o tipo de problema está surgindo, chamando assim, a equipe de manutenção “antes que o estrago seja maior”, isso decorre do tempo na função e das competências desenvolvidas pelo operador, em um processamento cognitivo complexo.



FIGURA 57 - A é o sentido do deslocamento e B é o posicionamento da cabine do Feller-Buncher.

### Dificuldades, estratégias de superação e pausas

Quando há algum travamento no disco ou dificuldade no giro, devido a presença de galhos finos e folhas enroscadas, o operador do *Feller-Buncher* desliga o giro do disco e volta a ligá-lo em seguida, sendo essa manobra suficiente para liberar o disco dos entraves.

O operador tem autonomia para parar a máquina sempre que achar necessário devido a alguma necessidade pessoal ou operacional, registrando o código de parada sempre que a mesma ultrapassar 5 minutos; além da pausa de 1 hora para as refeições.

As paradas operacionais imprevistas devido a algum problema de quebra ou mal funcionamento são difíceis de mensurar, pois dependem de muitas variáveis (disponibilidade de peças de reposição, tempo de mão-de-obra, etc). Quando há a necessidade de parar o *Feller-Buncher* por muito tempo (um turno, um dia ou mais) o supervisor determina o uso de uma máquina reserva destinada para esta finalidade – a máquina reserva geralmente é de um modelo anterior ao que está em uso, podendo até ser de outro fabricante; neste caso, cabe ao operador se adaptar as condições da máquina. Os operadores entrevistados revelaram não ser muito frequente essa substituição.

Quanto a operação em dias chuvosos, o operador do *Feller-Buncher* não referiu dificuldades visuais, apesar da máquina não possuir limpador de pára-brisa, pois trabalhando entre as árvores, a chuva o atinge menos. Com relação ao trabalho noturno, por questões de segurança não foi possível acompanhar a execução das atividades, mas segundo os operadores, os faróis da máquina proporcionam excelente visualização da área de trabalho.

#### **Skidder 635D – Tigercat**

Três operadores do Skidder 635 D (ano 2009) participaram desta fase da pesquisa. Todos foram observados, filmados, fotografados e entrevistados separadamente. Os operadores apresentavam: idade de 37 anos e 1,74m de estatura; 43 anos e 1,80m e 54 anos e 1,60m de estatura, todos estando entre 10 e 15 anos na função de operador. Todos apresentaram uma rotina de trabalho muito semelhante entre si e que se resume a seguir, sem distinguir os comentários entre os operadores entrevistados.

Assim como o operador do *Feller-Buncher*, o operador do *Skidder* chega ao talhão com o ônibus da empresa e, juntamente com outros operadores e o supervisor da área, toma o café da manhã fornecido pela empresa (café com leite, pão com manteiga) na chamada área de

convívio. Durante esse período, ocorrem trocas de informações, reuniões rápidas para esclarecimento de alguma questão que seja necessário abordar, proposta pelo operador e seus colegas ou pelo supervisor, geralmente de caráter genérico, com relação à manutenção da máquina. Após o café, o operador passa o crachá na leitora eletrônica e é levado para o talhão onde se encontra a máquina que vai operar, lá deixada pelo operador do turno anterior.

Como mencionado anteriormente, as tarefas foram separadas em etapas para facilitar o entendimento e a descrição das mesmas, como se segue: preparo, deslocamento e arraste.

#### A) Preparo – fora e dentro da cabine

Fora da cabine – O operador do Skidder realiza uma inspeção visual na máquina antes de entrar na cabine, verificando os pneus, óleo, água, cabos do hidráulico, mas refere que no início do turno C – das 0h às 8h, realiza as verificações pelo computador de bordo, já estando dentro da máquina. Para as verificações dos cabos e mangueiras, o operador abre as tampas do corpo da máquina, com facilidade (Figuras 58 e 59). A inspeção visual dura, em média, 10 minutos.



FIGURA 58 - Inspeção Skidder



FIGURA 59 - Localização das tampas no corpo da máquina e da lâmina.

O operador abre a porta da máquina, pela maçaneta, que dista 1,5m do chão, segura nas alças de apoio com os braços estendidos acima da linha dos ombros e sobe no primeiro degrau, a 70 cm de altura. Mesmo os operadores mais altos apresentam alguma dificuldade em alcançar o primeiro degrau (Figura 60). No skidder pode-se entrar pelos dois lados.



FIGURA 60 – Acesso ao Skidder 635D

Dentro da cabine – Uma vez dentro da cabine, o operador senta-se, fecha a porta e começa a regular o assento de acordo com suas necessidades; em seguida pega a pasta com as ordens de serviço para preencher o relatório diário com seu nome, número de registro, data e horas trabalhadas da máquina (as horas de uso da máquina são anotadas no início e no final da jornada). O operador põe os protetores auriculares, capacete e ajusta o cinto de segurança de quatro pontos. Na cabine do Skidder também há um marcador eletrônico MultiDAT® onde o operador digita seu número de registro e o código para o início das operações e códigos de justificativa para eventuais paradas acima de cinco minutos (quando há necessidade).

O operador revela que com a porta aberta, a máquina “até liga, mas nenhum outro comando funciona”; uma vez ligada a máquina com a chave de ignição e fechada a porta ele deve liberar o freio, acionando o botão correspondente no painel (conforme descrito anteriormente – vide figura 26), a partir daí, os outros comandos são liberados automaticamente. O operador regula a temperatura do ar condicionado em torno dos 23°C.

Antes de se deslocar com a máquina, o operador levanta a lâmina, pois esta ajuda no equilíbrio da máquina, tanto no deslocamento vazio ou carregado; o comando para movimentar a lâmina se encontra próximo à base do *joystick* direito, um pouco abaixo do descanso de braço. O operador verifica o funcionamento dos *joysticks* e levanta o braço com a garra puxando para trás o *joystick* direito e começa a deslocar-se com a máquina.

#### B) Deslocamento

Para o deslocamento propriamente dito o operador aciona o pedal de aceleração com o pé direito e dirige a máquina movimentando o *joystick* esquerdo (volante da máquina); estabelece a velocidade da máquina acionando com o polegar o botão direito do *joystick*

esquerdo, que tem duas posições: para cima (Lebre – velocidade máxima de 14 km/h) e para baixo (Tartaruga – opera na velocidade média de 6 km/h). O botão esquerdo aciona a marcha em três posições: para frente, para trás e neutro. (Figura 61).

Quando o operador deixa de pressionar o pedal da aceleração, a máquina pára, sem que haja necessidade de pressionar o pedal do freio.

A distância máxima de deslocamento do skidder da bordadura do talhão até o local de pegar as toras varia de 250m a 300m.

O operador desloca a máquina com o braço da garra direcionado no sentido do movimento, com o assento rodado a 45°. Enquanto realiza o deslocamento pelo talhão, o skidder passa por sobre tocos, árvores e ondulações no terreno.

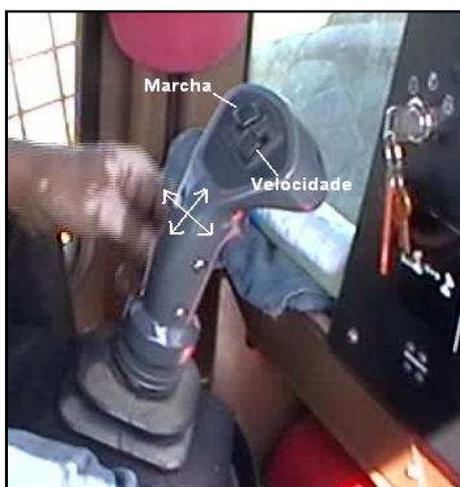


FIGURA 61 - Joystick Esquerdo Skidder 635D



FIGURA 62 - Joystick Direito Skidder 635D

### C) Carregamento da garra e Arraste

Chegando próximo às árvores deixadas no talhão pelo Feller-Buncher, o operador do Skidder movimentava o *joystick* direito (Figura 62) para frente para baixar o braço com a pinça (ou garra), ao passo que pressiona com o polegar o botão de giro da pinça (Dir. ou Esq. conforme a necessidade) e da abertura da mesma; uma vez posicionada a pinça, aciona o botão de fechamento da mesma e puxa o *joystick* para levantar o braço carregado. Solta o assento batendo com o calcanhar direito na trava sob o banco, liberando-o para que possa se posicionar de frente ao sentido do deslocamento, enquanto vai em direção a outro feixe de árvores, dirigindo a máquina com a movimentação necessária do *joystick* esquerdo. Próximo

ao segundo feixe posiciona a garra carregada sobre este com movimentos do *joystick* direito, aciona o botão de abertura da garra soltando o primeiro feixe sobre o segundo e repete as manobras de fechamento da garra e levantamento do braço, agora carregado com dois feixes, tendo pressionado também o botão que aumenta a pressão de fechamento da garra. Sempre que a máquina se desloca de ré (com a lâmina a frente do sentido do deslocamento) um sinal sonoro é acionado, soando constantemente, enquanto durar o percurso em marcha ré.

O operador conta que dependendo do tamanho dos feixes carrega até três de cada vez para a bordadura do talhão, arrastando cerca de 60 árvores por vez.

As árvores são arrastadas com as bases elevadas enquanto as pontas vem tocando o solo (Figura 63).

Chegando à beira do talhão, o operador realiza as manobras necessárias para soltar as árvores de modo a facilitar a operação seguinte, de traçamento. O Skidder pode realizar manobras sinuosas, pois é articulado, dividindo o eixo com a cabine do eixo com a garra (Figura 64).



FIGURA 63-Deslocamento carregado Skidder 635 D



FIGURA 64 - Eixo articulado Skidder 635 D

### Ciclo da Tarefa

Para o ciclo do Skidder (com análise de tempos contínuos) considerou-se o deslocamento descarregado até as árvores, o carregamento do primeiro feixe e o deslocamento até o segundo, o carregamento do segundo feixe e o arraste carregado com os dois feixes até a bordadura do talhão, soltando as árvores no solo. Através das observações e filmagens, a média do ciclo completo foi de 1min36seg para as árvores mais próximas a bordadura do talhão e de 3min18seg para carregar as árvores mais distantes da bordadura (a distância mais longa percorrida é de 250 a 300m), a uma velocidade de 6 km/h (Figura 65).

O polegar esquerdo é menos solicitado que o direito que por sua vez executa cerca de oito movimentos de digito-pressão em média durante as ações de abrir/fechar/prender o primeiro e segundo feixe de árvores, até depositá-los na bordadura do talhão.

A associação de movimentos com ambos os *joysticks*, somada as mudanças de posição do assento, solicitação de atenção com o entorno durante as manobras é bastante complexa, com alta exigência motora e de senso espacial, principalmente em decorrência do eixo articulado.

Assim como ocorre com o operador do Feller-Buncher, qualquer alteração no “ronco” do motor do Skidder é percebida como um alerta para possíveis problemas de manutenção.

Etapas		Tempo	Postura	Canais sensoriais envolvidos
Preparo fora da cabine		10 minutos	Em pé	Visão, cinestésico
Preparo dentro da cabine		4 minutos	Sentada	Visão, cinestésico, auditivo
CICLO	Deslocamento (vazio)	20 segundos a 1min05seg	Sentada (45°)*	Visão, cinestésico, auditivo
	Carregamento da garra (2 feixes)	40 segundos a 1minuto	Sentada (45°)	Visão, cinestésico, auditivo
	Arraste e depósito dos feixes na bordadura do talhão	36 segundos a 1min25seg.	Sentada (de frente)	Visão, cinestésico, auditivo

FIGURA 65 - Decomposição da tarefa – *Skidder*.

\* 45° em relação a posição da garra

#### Dificuldades, estratégias de superação e pausas

De modo geral, os operadores do Skidder não relataram dificuldades para a realização da tarefa. Demonstraram preocupação no caso de ocorrência de incêndio, pois “atrapalha muito e é preciso avisar o supervisor e parar o trabalho”. No caso de algum problema mecânico em que seja necessário substituir a máquina durante o conserto, referem estranhar a máquina substituta, que geralmente é de um modelo anterior, o que leva a posturas diferentes e consequentes incômodos, porém ressaltam que tais substituições não são muito frequentes e, quando ocorrem, são de curta duração. As paradas devido ao abastecimento e lubrificação

ocorrem duas vezes ao dia, em turnos diferentes, e duram cerca de 30 minutos, segundo os operadores.

Paradas por qualquer ocorrência, acima de cinco minutos, devem ser registradas no MultiDAT® com o respectivo código (visita, quebra, abastecimento, etc.).

A operação em dias chuvosos apresenta mais dificuldade de deslocamento pelo talhão e ruas do horto devido às condições escorregadias do solo. Apesar das orientações para que o skidder não arraste caminhões, quando estes atolam (caminhão da manutenção, por exemplo), o skidder é chamado para ajudá-los e também para melhorar as condições das estradas internas do horto, com o uso da lâmina.

Com relação à visibilidade noturna e em dias de chuva, os operadores mencionaram estar bastante satisfeitos, uma vez que o modelo do skidder em questão (635 D) possui limpadores de pára-brisa, diferentemente dos modelos anteriores e conta com quatro jogos de faróis, distribuídos ao redor da cabine, na parte superior.

### **Garra Traçadora 320C L – Caterpillar**

Três operadores de *Garra Traçadora 320C L – ano2007 – Caterpillar* participaram desta fase da pesquisa. Todos foram observados, entrevistados, fotografados e filmados. Os operadores apresentavam idades de 44, 50 e 56 anos e estatura de 1,70m, 1,72m e 1,70m respectivamente. Dois deles com experiência de 10 a 15 anos na função de operador e um com mais de 15 anos de experiência. Todos os entrevistados apresentaram uma rotina de trabalho bastante semelhante, descrita a seguir como se fosse um único operador, sem distinção entre os comentários individuais.

O operador da Garra Traçadora chega ao talhão com o ônibus da empresa e toma o café da manhã fornecido pela mesma (café com leite, pão com manteiga) juntamente com o supervisor da área e outros operadores na área de convívio. Durante esse período, ocorrem trocas de informações, reuniões rápidas para esclarecimento de alguma questão que seja necessário abordar, proposta pelo operador e seus colegas ou pelo supervisor, geralmente de caráter genérico, com relação à manutenção da máquina. Após o café, o operador passa o crachá na leitora eletrônica e é levado para o talhão onde se encontra a máquina que vai operar, lá deixada pelo operador do turno anterior.

No caso do operador da Garra Traçadora, a tarefa também foi dividida em etapas para facilitar sua compreensão:

A) Preparo – fora e dentro da cabine.

Fora da cabine – Diferentemente dos operadores do Feller-Buncher e Skidder, o operador da Garra Traçadora realiza uma inspeção visual muito rápida, priorizando as esteiras e verificando se não há galhos enroscados na serra; não leva mais que 2 minutos nesta etapa, pois refere confiar nas informações do computador de bordo que irá consultar ao entrar na cabine, não fazendo inspeção visual de mangueiras e motor.

Geralmente a máquina fica posicionada com a porta para o lado da estrada do talhão, por ser a área mais limpa, livre de tocos e restos de madeira, para facilitar o acesso a cabine.

O Operador sobe na máquina, apoiando as mãos no corrimão abaixo da porta, localizado na estrutura de elevação da cabine, estendendo os braços acima do nível dos ombros a uma altura de 1,7m, colocando um dos pés no primeiro degrau, localizado no corpo da esteira a 43 cm do chão; no segundo passo apóia-se na esteira e dali alcança outro degrau a 40cm da esteira, na base da estrutura de elevação da cabine, onde ainda encontram-se outros dois degraus, distantes entre si 35 cm (Figura 66). Ao menos quatro vezes durante a jornada o operador sobe e desce da máquina, sem contar as possíveis paradas imprevistas.

Dentro da cabine – O operador fecha a porta, pega o caderno para preencher a ordem de serviço com seu nome, número de registro, horário, data, horas de trabalho da máquina; regula o banco conforme suas necessidades, registra no marcador eletrônico seu número de registro e o código da operação; coloca o cinto de segurança abdominal, o protetor auricular, óculos de segurança e capacete (alguns operadores lembraram que nem sempre ficam de capacete dentro da cabine). Dá a partida na máquina girando a chave de ignição e verifica as informações no visor do computador de bordo, que nesse momento lhe informa sobre a água, óleo, bateria e combustível. Uma vez feitas as verificações, o operador abaixa a alavanca de segurança que libera a parte hidráulica da máquina e, se necessário, se desloca até o local de corte, caso contrário, realiza pequena manobra junto aos toretes cortados anteriormente e dá continuidade ao traçamento.



FIGURA 66 - Acesso a cabine Traçador.

### B) Traçamento

Uma vez posicionada a máquina, o operador movimentava o braço e a lança da mesma, ao passo que abre a garra e orienta seu giro, movimentando os dois *joysticks* em conjunto de modo a posicionar a garra para agarrar um feixe de árvores. A quantidade de árvores de cada feixe a ser cortado varia de acordo com o diâmetro das árvores e da busca de qualidade no corte, principalmente. O operador realiza, no mínimo, 14 movimentos com ambas as mãos acionando os joysticks e seus comandos para pegar o feixe e realizar o primeiro corte, em uma média de 15 segundos; os cortes subsequentes levam em média 7 segundos para puxar o feixe sobre a pilha de toretes cortados, abrir a garra, soltar o feixe, girar a máquina, movimentar braço e lança, pegar novamente o feixe e realizar o próximo corte e assim por diante até o fim dos 6 a 9 cortes por feixe. O número de toretes a ser cortado em cada feixe varia de acordo com a demanda da fábrica por celulose ou energia. Assim, o operador corta, por exemplo, nove toretes para celulose, deixando o restante da árvore para energia.

Com relação ao tamanho do torete, o operador revela que ao iniciar uma nova pilha de corte, toma por referência a distância entre a borda externa da esteira da máquina – do seu lado esquerdo – até a borda interna da outra esteira, medindo 2,40m, pois como a medida dos toretes deve ser de 2,25m (e no máximo 2,40m devido as máquinas que processarão a madeira na fábrica) o operador “tira no olho” alguns centímetros para chegar a medida próxima do ideal. Alguns operadores fazem marcações no chão do talhão com auxílio da trena para

acertarem a medida da primeira pilha de corte, que a partir daí fica sendo a referência do tamanho desejado.

Alguns operadores se preocupam mais com a qualidade da madeira que irá chegar até a fábrica, realizando a limpeza de galhos e folhagens enroscados nos feixes, retirando com a garra os excessos de sujeira (folhas, galhos). Há também o cuidado para com o posicionamento e altura das pilhas de toretes de modo a beneficiar àqueles que irão retirar a madeira do talhão e transportá-la para a fábrica.

### C) Deslocamento

A Garra Traçadora se desloca muito pouco durante a tarefa em si, o deslocamento mais significativo ocorre ao mudar de talhão e o operador mais cuidadoso se desloca com a máquina a 3 km/h (tartaruga), procurando diminuir o desgaste da máquina e diminuir os solavancos durante o percurso, bem como preservando sua saúde. O operador da Garra Traçadora não consulta o micro-planejamento diariamente, pois diz seguir a sequência normal de trabalho, onde após a “derrubada do *Feller-Buncher* e o arrastamento do *Skidder*”, ele sabe onde deve cortar.

### Ciclo da tarefa

Para o ciclo da tarefa propriamente dito considerou-se o período em que o operador faz pequenas movimentações com a máquina próximo às árvores deixadas pelo *Skidder* junto a bordadura do talhão, pega um feixe e realiza os cortes para celulose – seis toretes nos dias desta pesquisa – até o fim de um mesmo feixe.

Os deslocamentos e possíveis interrupções não foram considerados como parte do ciclo, mas sim como atividades complementares do ciclo operacional.

As atividades principais da tarefa, aqui consideradas como ciclo, demandaram em média, 1min40seg para o corte de seis toretes de cada feixe. Como descrito anteriormente, o operador realiza cerca de 14 movimentos com ambas as mãos em 15 segundos em média, com os punhos em posição neutra, realizando flexão e extensão dos mesmos e moderado desvio ulnar e radial, além da dígito-pressão com os polegares, ou seja, a exigência motora neste caso também se mostra intensa, como nas operações do *Feller-Buncher* e *Skidder* (Figura 67).

Também aqui, o “barulho” da máquina e da serra é indicativo de possível manutenção, por isso o canal sensorial auditivo é muito importante.

Etapas		Tempo	Postura	Canais sensoriais envolvidos
Preparo fora da cabine		2 minutos	Em pé	Visão, cinestésico
Preparo dentro da cabine		5 minutos	Sentada	Visão, cinestésico, auditivo
CICLO	Traçamento (6 toretes): pequena movimentação de aproximação, pegar um feixe e cortar até o fim.	1min40seg	Sentada	Visão, cinestésico, auditivo
	Deslocamento	Muito variável	Sentada	Visão, cinestésico, auditivo

FIGURA 67 - Decomposição da tarefa – Garra Traçadora.

#### Dificuldades, estratégias de superação e pausas

No caso da Garra Traçadora, umas das ocorrências mais comuns é em relação ao conjunto de corte, formado pela garra e sabre (serra). O que movimenta a serra é uma corrente denteada que não raro se quebra ou apresenta desgastes que o próprio operador pode solucionar; alguns deles até deixam uma corrente reserva na cabine para o caso de alguma troca ser necessária. Considerando-se que não haja nenhuma intercorrência, a serra tem vida útil de cerca de 22 dias, utilizando duas correntes nesse período.

O operador tem autonomia para parar a máquina sempre que achar necessário, lembrando que toda pausa que exceda cinco minutos, deve ser registrada no marcador eletrônico, além da pausa de uma hora para as refeições.

As pausas para manutenção não programadas são difíceis de mensurar, pois envolvem muitas variáveis, tais como a disponibilidade de peças de reposição para pronta entrega, por exemplo; porém em casos onde a máquina precise ficar parada mais de um turno, há a possibilidade de se deslocar outra, de outro talhão ou de outro horto próximo, mas essa decisão não cabe ao operador.

Os operadores não apontaram problemas em trabalhar em dias chuvosos ou á noite, pois relataram que a máquina possui um conjunto de faróis muito bom e limpador de pára-brisa eficiente, não comprometendo a visão da área de trabalho.

Com relação ao tamanho dos toretes, os supervisores observaram que o operador deveria medir as toras (com o uso da trena) aproximadamente a cada duas horas, para garantir que a medida necessária estivesse próxima do ideal (2,25m), porém os operadores mais experientes dispensam essa conferência, confiando na medição visual que estão habituados a fazer.

## 4.2 VIBRAÇÃO

As medições dos níveis de exposição à vibração foram realizadas segundo as recomendações das normas pertinentes; o acelerômetro triaxial utilizado foi devidamente calibrado antes das medições. As medições foram realizadas durante a execução das atividades do operador de máquina de colheita florestal, em situações reais de trabalho, considerando as variáveis dependentes – aceleração equivalente nos eixos X, Y e Z e variáveis independentes, como o deslocamento carregado e descarregado, no caso do Feller-Buncher e Skidder e as atividades de corte e empilhamento da Garra Traçadora, por exemplo.

Os resultados estão aqui apresentados, separados por tipo de máquina e os ciclos que compõem cada tarefa. As medições cobriram as atividades normais de trabalho, sem interrupção ou distinção entre as atividades principais (ciclo propriamente dito) e atividades complementares da tarefa – pequenas interrupções para atender ao rádio ou pequenas manobras para ajuste das toras, por exemplo, porém para melhor visualização dos resultados as atividades principais que compõem o ciclo estão destacadas.

No caso do Feller-Buncher, por apresentar um ciclo muito pequeno por corte de cada árvore, os resultados se referem a seguinte sequência: deslocamento vazio, derrubada e acúmulo no cabeçote de 6 ou 7 árvores, deslocamento carregado e tombamento das árvores no talhão. No caso da Garra Traçadora, os ciclos considerados variaram entre 90 e 120 segundos para processar cada feixe, realizando cerca de 7 cortes para celulose. Já para o Skidder, considerou-se o ciclo como: deslocamento descarregado até os feixes; pegar e se deslocar pequena distância com um feixe, soltar o primeiro feixe sobre o segundo e pegá-los juntos; deslocamento carregado até a beira do talhão e soltar os feixes no eito.

As tabelas 4, 5 e 6 demonstram os níveis de aceleração equivalente ponderada para os eixos X, Y e Z e a somatória (SUM) dos mesmos para cada situação exemplificada; a magnitude de vibração equivalente (SUM em  $m/s^2$ ) e o VDV<sup>18</sup> total (em  $m/s^{1,75}$ ) se referem ao tempo total da medição em cada máquina, incluindo não só as atividades principais de cada ciclo, como também as atividades complementares, ou seja, a realidade da tarefa a que se expõem diariamente os operadores participantes da pesquisa.

---

<sup>18</sup> VDV – Valor de Dose da Vibração, parâmetro a ser considerado - conforme ISO 2631- 1 (1997) - quando há presença de picos ou choques significativos.

Para a avaliação do Feller-Buncher foram utilizados 3 ciclos completos de 7 cortes e 3 ciclos completos de 6 cortes para o cálculo das médias. Contrariando a opinião dos operadores, onde 82% referiram como “bom” o sistema amortecedor de vibração, o Feller-Buncher 860C apresentou níveis vibratórios acima das recomendações da ISO 2631-1:1997, tendo o eixo X apresentado a maior variação (Tabela 4).

A magnitude de vibração equivalente encontrada (SUM total) de  $1,12 \text{ m/s}^2$  e o Valor Dose de Vibração (VDV total) encontrado de  $8,74 \text{ m/s}^{1,75}$  se referem a média dentre todos os registros realizados em 1174 segundos, incluindo as atividades principais do ciclo e as complementares de manobras e deslocamentos.

De acordo com a norma ISO 2631-1997 a magnitude de vibração encontrada está acima da recomendação; o fator de crista encontrado em todos os registros ficou abaixo do referenciado na norma. Com relação à Diretiva 2002/44 CE, a magnitude da vibração equivalente está aceitável em relação ao VLE; o NA-VLE encontra-se acima do recomendado; já o VDV total encontrado ficou abaixo do VDV e do NA-VDV recomendados.

Pelo tempo de exposição referido (390 min.) a aceleração mínima e máxima de exposição deveria estar entre  $0,48 \text{ m/s}^2$  e  $0,96 \text{ m/s}^2$  e o tempo máximo de exposição com os valores encontrados deveria ser de 4h47min.

TABELA 4 - níveis de Aeq.(m/s<sup>2</sup>): Feller-Buncher 860 C

MÁQUINA	ATIVIDADE	Média dos tempos de medição (seg)	MÉDIA DOS RESULTADOS (Aeq m/s <sup>2</sup> )				Magnitude Vibração Eq. Encontrada - SUM (m/s <sup>2</sup> )*	VDV total encontrado (m/s <sup>1,75</sup> )*	tempo de exposição referido	ISO 2631/1997		Diretiva Européia (2002/44/EC)			
			Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	SUM				AP (m/s <sup>2</sup> )	Tempo máximo recomendado (h:m)	VLE (m/s <sup>2</sup> )	NA VLE(m/s <sup>2</sup> )	VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )	NA VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )
Feller-Buncher 860 C - de esteiras Tigercat (2006)	Ciclo completo: deslocar a máquina descarregada, cortar e acumular 7 árvores; deslocar carregado e tomar as árvores	51,333	0,671	0,420	0,414	1,184	1,12	8,75	6h30min	0,48 a 0,96	4h47min	1,15	0,5	21,0	9,1
	desvio padrão	6,342	0,093	0,012	0,019	0,113									
	coeficiente de variação	12,35%	13,88%	2,90%	4,60%	9,53%									
	Ciclo completo: deslocar a máquina descarregada, cortar e acumular 6 árvores; deslocar carregado e tomar as árvores	46,333	0,577	0,445	0,387	1,090									
	desvio padrão	4,784	0,031	0,019	0,014	0,051									
	coeficiente de variação	10,33%	5,41%	4,21%	3,72%	4,68%									
OBS.: Foram utilizados 3 ciclos completos de 7 cortes e 3 ciclos completos de 6 cortes para o cálculo das médias.															
* SUM total e VDV total encontrado dentre todos os registros realizados (1174 segundos) incluindo as atividades principais do ciclo e as complementares de manobras e deslocamentos															
AP = Aceleração Ponderada – extraída da Figura 2 – região B, a partir do tempo total de exposição / VLE = Valor Limite de Exposição / NA – Nível de Ação.															

O Skidder 635 D apresentou os maiores níveis de aceleração ponderada, coincidindo com as impressões dos operadores dessa máquina, sendo o eixo *Y* o que apresentou maior variação em 75% da tarefa. Máquina com rodados de pneu 6x6 - pneus dianteiros com 30 libras e traseiros com 35 libras de calibragem nos dias das avaliações. As atividades descritas na Tabela 5 representam 1 ciclo; foram utilizados 4 ciclos no cálculo das médias. O operador informou velocidade de "Lebre", ou seja, até 15 km/h durante o deslocamento descarregado e velocidade de "tartaruga" (6 km/h) durante o deslocamento carregado.

A magnitude de vibração equivalente encontrada (SUM total) de  $1,95 \text{ m/s}^2$  e o Valor Dose de Vibração (VDV total) encontrado de  $7,01 \text{ m/s}^{1,75}$  se referem a média dentre todos os registros realizados em 1156 segundos, incluindo as atividades principais do ciclo e as complementares de manobras e deslocamentos.

Note-se que houve variação significativa no eixo *X* na atividade de descarregar os feixes, apesar da máquina se movimentar pouco nesse momento, chegando a ficar parada alguns poucos segundos; acompanhando a tarefa dentro da cabine, pode-se perceber que, não raro, nessa etapa o operador destrava o assento para que este mude de posição para logo em seguida prosseguir com as manobras, dando continuidade à tarefa, o que pode ter contribuído para tal variação.

De acordo com a norma ISO 2631-1997 a magnitude de vibração encontrada está acima da recomendação; o fator de crista encontrado em todos os registros ficou abaixo do referenciado na norma. Com relação à Diretiva 2002/44 CE, a magnitude da vibração equivalente está acima do VLE recomendado; o NA-VLE também encontra-se acima da recomendação, já o VDV total encontrado ficou abaixo do VDV e do NA-VDV recomendados.

Pelo tempo de exposição referido (360 min.) a aceleração mínima e máxima de exposição deveria estar entre  $0,50 \text{ m/s}^2$  e  $1,0 \text{ m/s}^2$  e o tempo máximo de exposição não deveria exceder a 1h35min.

TABELA 5 - níveis de Aeq.(m/s<sup>2</sup>): Skidder 635 D

MÁQUINA	ATIVIDADE	Média dos tempos de medição (seg)	MÉDIA DOS RESULTADOS (Aeq m/s <sup>2</sup> )				Magnitude Vibração Eq. Encontrada - SUM (m/s <sup>2</sup> )*	VDV total encontrado (m/s <sup>1,75</sup> )*	tempo de exposição referido	ISO 2631/1997		Diretiva Européia (2002/44/EC)			
			Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	SUM				AP (m/s <sup>2</sup> )	Tempo máximo recomendado (h:m)	VLE (m/s <sup>2</sup> )	NA VLE(m/s <sup>2</sup> )	VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )	NA VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )
Skidder 635 D Tigercat (2009) 6x6 - pneus	Deslocamento "descarregado"	43,500	1,202	0,968	1,085	2,324	1,95	7,01	6 hs	0,5 a 1,0	1h35min	1,15	0,5	21,0	9,1
	desvio padrão	16,500	0,083	0,185	0,223	0,339									
	coeficiente de variação	37,93%	6,94%	19,08%	20,57%	14,60%									
	Manobrar, pegar 1º feixe; deslocar com 1º feixe; manobrar para pegar 2º feixe; pegar dois feixes juntos	44,500	0,757	0,809	0,629	1,668									
	desvio padrão	10,500	0,044	0,127	0,028	0,174									
	coeficiente de variação	23,60%	5,78%	15,72%	4,50%	10,45%									
	Deslocamento "carregado"	50,500	0,963	1,072	0,912	2,195									
	desvio padrão	22,500	0,020	0,097	0,050	0,107									
	coeficiente de variação	44,55%	2,09%	9,05%	5,47%	4,87%									
	Descarregar os dois feixes (pequena movimentação, chegando a parar poucos segundos)	11,500	0,644	0,723	0,619	1,510									
	desvio padrão	1,500	0,199	0,050	0,031	0,131									
	coeficiente de variação	13,04%	30,85%	6,98%	5,01%	8,68%									

Obs.: máquina com rodados de pneu 6x6 - pneus dianteiros com 30 libras e traseiros com 35 libras de calibragem. As atividades descritas representam 1 ciclo; foram utilizados 4 ciclos no cálculo das médias. Operador informou velocidade de "Lebre", ou seja, até 14km/h.

\* SUM total e VDV total encontrado dentre todos os registros realizados ( 1156 segundos) incluindo as atividades principais do ciclo e as complementares de manobras e deslocamentos

AP = Aceleração Ponderada – extraída da Figura 2 – região B, a partir do tempo total de exposição / VLE = Valor Limite de Exposição / NA – Nível de Ação.

A Garra Traçadora 320C L apresentou os níveis mais seguros com referência a ISO-2631-1: 1997. As atividades descritas na Tabela 6 representam os ciclos completos utilizados no cálculo das médias. Como ciclo completo, considerou-se: pequena manobra, pegar um feixe com a garra, puxar o feixe, colocar na pilha de corte, soltar, pegar no local de corte e cortar (repetir para 7 cortes), incluindo as atividades complementares de acerto dos toretes nas pilhas, pequenas manobras, etc.

A magnitude de vibração equivalente encontrada (SUM total) de  $0,99 \text{ m/s}^2$  e o Valor Dose de Vibração (VDV total) encontrado de  $8,14 \text{ m/s}^{1,75}$  se referem a média dentre todos os registros realizados em 910 segundos. O valor da aceleração equivalente encontrado está dentro das recomendações; o fator de crista encontrado em todos os registros ficou abaixo do estabelecido.

Com relação à Diretiva 2002/44 CE a magnitude da vibração equivalente está abaixo do VLE recomendado; o NA-VLE encontra-se acima do recomendado; já o VDV total encontrado encontra-se abaixo do VDV e do NA-VDV recomendados.

Pelo tempo de exposição (360 min) a aceleração mínima e máxima de exposição deveria estar entre  $0,50 \text{ m/s}^2$  e  $1,0 \text{ m/s}^2$  e o tempo máximo de exposição seria 6h07min.

TABELA 6 - níveis de Aeq.(m/s<sup>2</sup>): Garra Traçadora.

MÁQUINA	ATIVIDADE	Média dos tempos de medição (seg)	MÉDIA DOS RESULTADOS (Aeq)				Magnitude Vibração Eq. Encontrada - SUM (m/s <sup>2</sup> )**	VDV total encontrado (m/s <sup>1,75</sup> )**	tempo de exposição (h.m)	ISO 2631/1997		Diretiva Européia (2002/44/EC)			
			Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	SUM				AP (m/s <sup>2</sup> )	Tempo máximo recomendado (h.m)	VLE (m/s <sup>2</sup> )	NA VLE(m/s <sup>2</sup> )	VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )	NA VDV SUM (m/s <sup>1,75</sup> )
Garra Traçadora 320CL (esteiras) Caterpillar (2007)	5 Ciclos completos*	120,800	0,524	0,309	0,368	0,923	0,99	8,14	6h	0,5 a 1,0	6h07min	1,15	0,5	21,0	9,1
	desvio padrão	31,833	0,029	0,021	0,028	0,029									
	coeficiente de variação	26,35%	5,48%	6,77%	7,71%	3,14%									
*Ciclo completo: pequena manobra, pegar um feixe com a garra, puxar o feixe, colocar na pilha de corte, soltar, pegar no local de corte e cortar (repetir para 7 cortes), incluindo as atividades complementares de acerto dos toretes nas pilhas, pequenas manobras, etc.															
** SUM total e VDV total encontrado dentre todos os registros realizados (910 segundos) incluindo as atividades principais do ciclo e as complementares de manobras e deslocamentos															
ISO 2631-1997: AP = Aceleração Ponderada – extraída da Figura 2 – região B, a partir do tempo total de exposição / VLE = Valor Limite de Exposição / NA – Nível de Ação.															

Para melhor visualização dos níveis de vibração equivalente encontrados nas medições realizadas neste estudo, os resultados foram projetados no gráfico guia do anexo B da norma ISO 2631-1: 1997 (Figura 68).

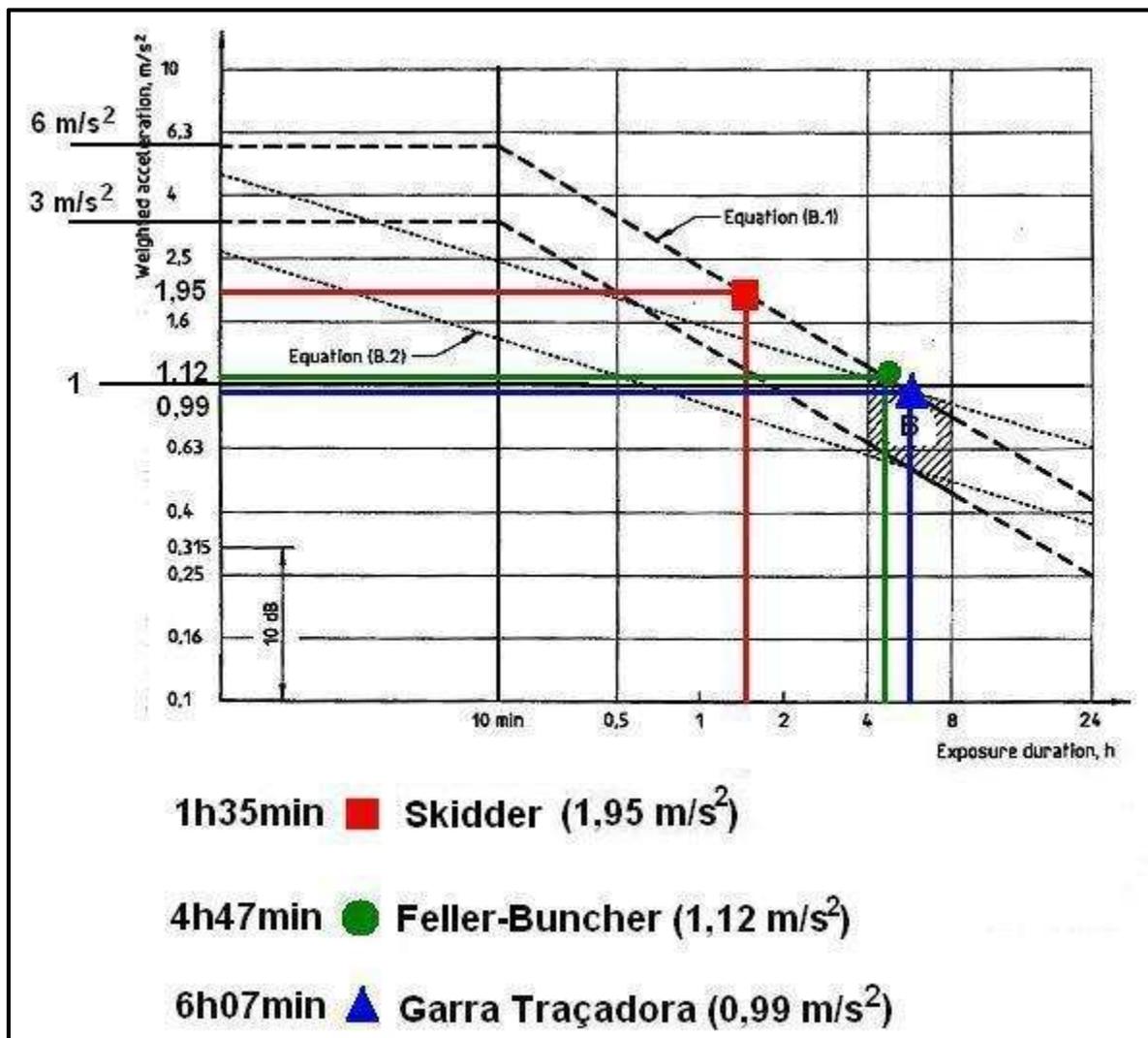


FIGURA 68 - Resultados projetados no gráfico guia da ISO 2631-1:1997

Pela projeção nota-se que a Garra Traçadora avaliada neste estudo se encontra em níveis aceitáveis para a jornada de trabalho referida por seus operadores, enquanto que o Feller-Buncher e Skidder apresentam-se em desconformidade com as recomendações para a jornada de trabalho referida (6h30 e 6h, respectivamente).

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho buscou uma maior compreensão da atividade laboral do operador de máquinas de colheita florestal, em especial dos três modelos destacados ao longo desta pesquisa – Feller-Buncher, Skidder e Garra Traçadora – através da Análise Ergonômica do Trabalho, enriquecida por um questionário e pela avaliação dos níveis de vibração de corpo inteiro a que estão expostos tais operadores.

A Análise Ergonômica do Trabalho, ainda que em uma versão mais compacta, devido ao pouco tempo de contato efetivo dentro da empresa e junto aos operadores e pela natureza de pesquisa acadêmica deste trabalho, se mostrou um método bastante eficaz, abrangendo aspectos significativos do dia-a-dia dos trabalhadores em questão e revelando detalhes importantes. Pôde-se constatar que o rigor de uma tarefa prescrita nem sempre é imprescindível para o bom desenrolar das atividades para o operador experiente, uma vez que a consulta ao micro-planejamento que a empresa fornece aos operadores não é feita com tanta frequência; o operador que mais consulta o micro-planejamento é o do Feller-Buncher, por ser essa a primeira máquina da sequência da colheita, os demais acabam “seguindo o caminho do Feller no talhão”.

A questão dos canais sensoriais envolvidos na tarefa também se mostrou bastante importante, especialmente com relação ao canal sensorial auditivo que possibilita ao operador se antecipar a um problema de manutenção mais sério, parando a máquina antes que o mesmo aconteça, por ter percebido alguma alteração no “barulho” do motor, por exemplo, ou na serra, como no caso da Garra Traçadora. Não se observou grandes diferenças nas práticas operatórias entre os operadores observados e entrevistados, pois todos tinham, no mínimo, 10 anos de experiência, na função de operador.

O questionário foi um importante instrumento para o conhecimento da população envolvida e como complemento da AET. Apesar dos operadores não referirem nas entrevistas queixas significativas com relação à saúde, o questionário apontou que mais da metade deles sente algum desconforto físico com uma intensidade média de 4,14 em uma escala que vai de 1 a 7. Por outro lado, o departamento médico apresenta pouquíssimas ocorrências de absenteísmo ou afastamentos.

Pôde-se constatar que a atividade laboral do operador de máquina florestal é uma tarefa complexa, que demanda muito tempo em uma mesma postura (sentada) com o

agravante da vibração recebida durante praticamente 75% da jornada diária. As tarefas apresentaram alta exigência cognitiva e motora, com movimentos de mãos e punhos simultâneos, porém assimétricos; curtos e leves, porém com alto índice de repetitividade, podendo predispor o trabalhador a algum comprometimento da saúde.

Com relação às medições dos níveis de vibração ocorridos em cada máquina no transcorrer da tarefa, nota-se que apesar de toda tecnologia envolvida em cada máquina avaliada, os achados se mostraram em patamares que suscitam ações mais eficazes, devendo-se considerar, inclusive, a diminuição da jornada de trabalho.

A indústria de máquinas florestais vem intensificando o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias a fim de proporcionar maior conforto e segurança aos operadores das mesmas, mas a organização do trabalho se mostra de fundamental importância na preservação da saúde do trabalhador. Maior número de pausas e exercícios que compensem os esforços da musculatura mais solicitada durante a jornada de trabalho têm sido amplamente estudados e seus benefícios comprovados.

O fato de não se obter informações mais precisas sobre esse profissional junto aos sindicatos de trabalhadores rurais pode mascarar a realidade dos mesmos com relação a acidentes ou doenças ocupacionais. Obteve-se uma pequena amostra com esta pesquisa, com saldo bastante positivo, mas o número de operadores ativos no país é uma incógnita e as condições de trabalho a que estão expostos são igualmente desconhecidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO - ABIMÓVEL. Panorama do Setor Moveleiro 2008-2009, Ed. 2010 – disponível em: <[http://www.abimovel.com/abimovel\\_novo/info\\_programa\\_setor\\_moveleiro.php](http://www.abimovel.com/abimovel_novo/info_programa_setor_moveleiro.php)>. Acesso em 15 Abr. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO - ABPO. Anuário Estatístico 2007 – disponível em: <[http://www.abpo.org.br/estatisticas\\_anuario.php](http://www.abpo.org.br/estatisticas_anuario.php)>. Acesso em 08 Mar. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. Anuário Estatístico 2009 – ano base 2008. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em 13 Abr. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. Anuário Estatístico 2010 – ano base 2009. Disponível em <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em 22 jul. 2010.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. Estatísticas 2008. Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br/principal/iSearch.aspx?qry=AMS%202008>>. Acesso em 18 nov. 2009.

BELMONTE, G. Z. **Construção de um banco de dados sobre máquinas utilizadas na produção de madeira, na etapa de colheita florestal**. Relatório de Estágio; Universidade Federal de Santa Maria; 2005, Santa Maria, RS; 62p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. CBO. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorTituloResultado.jsf>>. Acesso em: 07 jan. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/default.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp)>. Acesso em 28 abr. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto 1282/96. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=113&idMenu=9671>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

BRASIL. Ministério Da Previdência Social. Acidentes do Trabalho. AEPS 2009. Disponível em: <<http://www.mpas.gov.br/conteudoDinamico.php?id=990>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

BRÜEL&KJAER. Primer: Human Vibration. 32p. 1989. Disponível em: <<http://www.bksv.com/doc/br056.pdf>> Acesso em: 23 ago. 2010.

BURMAN, L.; LÖFGREN, B. - **Human-Machine Interaction Improvements of Forest Machines**. Skogforsk, The Forestry Research Institute of Sweden - Uppsala Science Park, S-751 83; 2007; Uppsala, Sweden. Disponível em: < <http://www.skogforsk.se/en/>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

CATION, S. et al. **Six degree of freedom whole-body vibration during forestry skidder operations**. 2007. Elsevier. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814107001874>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

CORLETT, E. N.; MANENICA, I., The effects and measurement of working postures. **Applied Ergonomics**, v. 11,n. 1, p.7-16, 1980.

COUTO, H. de A.. **Ergonomia aplicada ao trabalho** - o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, v. 1. 353 p.

CUNHA, I. A. da. Exposição Ocupacional às Vibrações Mecânicas: Considerações sobre os Principais Critérios Legais e Técnicos. **Revista ABHO de Higiene Ocupacional**, ano III, n.8, março de 2004 – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 24p. p.9-12.

DIRETIVA 2002/44/ CE do Parlamento Europeu e do Conselho (25/06/2002), Jornal Oficial das Comunidades Européias. L177/13 a 19, 06.07.2002

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. Tradução de Itiro Iida. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2004.

ERGOWOOD. **Ergonomic Checklist for Forest Machines**. 2006. Disponível em: [http://publikationer.slu.se/Filer/ergo\\_checklist2.pdf](http://publikationer.slu.se/Filer/ergo_checklist2.pdf). Acesso em 24 out. 2009.

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FIEDLER, N. C.; JUVÊNCIO, J. F. Qualidade de Vida no Trabalho. In MACHADO, C. C. (Editor). **Colheita Florestal**. Viçosa, 2002. cap. 16, p.447-468.

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de *forwarders* e *skidders***. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. **Apostila didática nº 3 – Tratores Agrícolas**. Jaboticabal, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/engenharia/furlani/apostila\\_nr3-tratores.pdf](http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/engenharia/furlani/apostila_nr3-tratores.pdf)>. Acesso em: 06 abr. 2009.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4ª ed. Porto Alegre; Bookman. 1998. 338p.

GRIFFIN, M. J. **A Comparison of Standardized Methods for Predicting the Hazards of Whole-Body Vibration and Repeated Shocks.** Journal of Sound and Vibration. ScienceDirect. 1998. V.215. p.883-914. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022460X98916005>>. Acesso em: 12 maio 2011.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo:** a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 200p.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 9ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 465p.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 473p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDIZATION. **ISO 2631-1 (1997),** Mechanical vibration and shock - Evaluation exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements. Genebra, 1997. 32p.

INTERNATIONAL PAPER do BRASIL. Área florestal. Disponível em: <<http://www.internationalpaper.com/BRAZIL/PT/Company/Sustainability/ForestryArea.html>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

LAVILLE, A. **Ergonomia.** São Paulo. EPU; EDUSP, 1977.101p.

LIMA, J. S. S.; et al. Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores Feller-buncher e Skidder utilizados na colheita de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, Minas Gerais, v.29, n.2, p. 291-298, 2005.

LIMA, J. S. de S; LEITE, A. M. P. Mecanização. In MACHADO, C. C (editor) **Colheita Florestal**, 2002; cap.2, p.32-54.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal.** Viçosa. 2002. 468p.

MALINOVSKI, J. R. et al. Sistemas. In MACHADO, C. C. (editor) **Colheita Florestal.** 2002, cap.6, p.145-167.

MENDONÇA FILHO, W. F. de. Análise Operacional de Colheitadeiras Florestais. **Revista Floresta e Ambiente.** UFRRJ. Rio de Janeiro. v.7, n. 1, jan/dez 2000, p.265-278.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa.** Melhoramentos. São Paulo, 1998-2007. ISBN: 85-06-02759-4

MINETTE L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra.** 1996. 211 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. MG.

MINETTE, L. J. et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal – **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – AGRIAMBI**, v. 11, n.6, 2007, p.664-667.

MINETTE L. J. et al. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista CERES**, 2008, p.66-73.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Série Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho da OIT**. Genebra, 1988.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Convenção 148**, Segurança e Saúde no Trabalho – Meio Ambiente de Trabalho: contaminação do ar, ruído e vibração; Genebra, 1977. Disponível em: <<http://www.oit.org.br/node/500>> Acesso em jan. 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO; SFB – Serviço Florestal Brasileiro **Cartilha Sobre o Trabalho Florestal**. Brasília, DF. 2009. 48p.

ONGCEA. Centro de Estudos Ambientais. **Eucaliptos**. JPG. 439x568 pixels. Adaptado. Disponível em: <<http://centrodeestudosambientais.files.wordpress.com/2009/07/eucaliptos-cor-p.jpg?w=500&h=647>> Acesso em jan. 2011.

PARISE, D. J. **Influência Dos Requisitos Pessoais Especiais No Desempenho De Operadores De Máquinas De Colheita Florestal De Alta Performance**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005. 159p.

PARISE, D. J. V **Competência Do Operador De Máquinas De Colheita Florestal E Conhecimento Tácito – Estudo De Caso**. SENAI, Departamento Regional do Paraná, Curitiba. 2008. Disponível em: <http://www.colheitademadeira.com.br/informativos/25/competencia-do-operador-de-maquinas-de-colheita-florestal.html>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

PARISE, D. J; MALINOVSKI, J. R. Análise e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil. Seminário De Atualização Sobre Sistemas De Colheita De Madeira e Transporte Florestal, dez. 2002, **Anais**. Curitiba: FUPEF do Paraná. p.78-109.

RITCHIESPECS. **Equipment Specifications**. 2010. Disponível em: <<http://www.ritchiespecs.com/specification?type=Forestry+Equipment&category=Feller+Buncher&make=Tigercat&model=860C&modelid=94878>>. Acesso em 11 de maio 2011.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Vibração – PPRA**. São Paulo. LTr. 2009. 101p.

SANT’ANNA, C. de M. Corte Florestal, In MACHADO, C. C.(editor). **Colheita Florestal**, 2002; Viçosa. MG. cap. 3; p.54-88.

SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o protocolo de Quioto**. 182p. Dissertação (Mestrado em Energia). Instituto de Eletrotécnica e Energia. Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, C. B. da et al. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **CERNE**, Lavras, Minas Gerais, v 9, n 1, 2003, p. 119-127.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e Números do Brasil Florestal** – 2008. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2009

\_\_\_\_\_. **Fatos e Números do Brasil Florestal** – 2009. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em 28 jan. 2011.

SZNELWAR, L. I. Prefácio da edição brasileira. In: GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 200p.

THAME, A. C. M. Reserva Legal. **Revista Opiniões sobre o setor de florestas plantadas**. dez. 2009/fev.2010. Disponível em: <[http://www.revistaopinioes.com.br/cp/edicao\\_materias.php?id=31](http://www.revistaopinioes.com.br/cp/edicao_materias.php?id=31)>. Acesso em: 21 maio 2010.

THOMSON, W. T. **Teoria da Vibração com aplicações**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1978.

VALVERDE, S. R. et al. Reflexões sobre o Mercado da Madeira de *Eucalyptus spp.* no Brasil. **Revista da Madeira**, Viçosa, v. 15, n. 87, fev. 2005. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=704&subject=Eucalipto&title=Mercado da madeira de eucalipto no Brasil](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=704&subject=Eucalipto&title=Mercado da madeira de eucalipto no Brasil)>. Acesso em: 22 out. 2010.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez., 2007. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf)>. Acesso em 23 fev.2011.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica**. São Paulo: FTD: Oboré, 1987.189p.

XIMENES, G. M. e MAINIER, F. B. **Programas de Proteção a Saúde e Segurança de Exposição às Vibrações** – XXV ENEGEP, Porto Alegre, RS; 2005.

YAMASHITA, R. Y. **Avaliação das Condições de Trabalho e da Exposição À Vibração do Operador de Máquinas na Colheita Florestal**. Piracicaba. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 2002.

## DEMAIS BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e movimentos: projeto e medida do trabalho**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Edgar Blücher. 1977. 635 p.

BERTIN, V. A. S. **Análise de dois modais de sistemas de colheita mecanizados de eucalipto em 1<sup>a</sup> rotação**. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP. Botucatu. 2010.

DIRETIVA 2002/44/ CE do Parlamento Europeu e do Conselho (25/06/2002), **Jornal Oficial das Comunidades Européias**. L177/13 a 19, 06.07.2002

CUNHA, I. A. **Níveis de vibração e ruído gerados por motosserras e sua utilização na avaliação da exposição ocupacional do operador à vibração**. 174p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. 2000.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo**. Roma. 1993. 180p. (Cuadernos Tecnicos de la FAO, 100).

FIEDLER, N.C. et al. Análise de fatores humanos e condições de trabalho em operações de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p.135-142, 2000.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília. UnB, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDIZATION. **ISO 2631-2 (1997)**, Mechanical vibration and shock - Evaluation exposure to whole-body vibration - Part 2: Continous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz). Genebra, 1989. 21p.

LOPES, E. S. **A formação de Operadores Florestais em simuladores de realidade virtuais em 3D**. Disponível em :< <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=331>>. Acesso em 25 abr. 2011.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. OIT. **Diretrizes para inspeção do trabalho florestal**. Genebra: 2005. 83p.

SANTOS FILHO et al. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados. **Revista Árvore**. vol.27 n.6. Viçosa. Nov./Dez. 2003

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. OIT. **Diretrizes para inspeção do trabalho florestal**. Genebra: 2005. 83p.

## APÊNDICE 1

### Questionário

*Questionário – Operador de máquina de colheita florestal*

**A – IDENTIFICAÇÃO**

Unidade de Trabalho: \_\_\_\_\_.

Turno atual: ( ) das 8h às 16h      ( ) das 16h às 24h      ( ) das 0h às 8h

Cidade que reside: \_\_\_\_\_.

Nome: (não obrigatório) \_\_\_\_\_.

Idade: \_\_\_\_\_ estado civil: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_.

Altura: \_\_\_\_\_.

Escolaridade: ( ) 1º grau incompleto ( ) 1º grau completo ( ) 2º grau incompleto ( ) 2º grau completo

( ) nível Técnico ( ) nível Universitário

Tempo na empresa

( ) de 1 a 5 anos

( ) de 5 a 10 anos

( ) de 10 a 15 anos

( ) mais de 15 anos.

Tempo na função de operador:

( ) menos de 1 ano

( ) de 1 a 5 anos

( ) de 5 a 10 anos

( ) de 10 a 15 anos

( ) mais de 15 anos.

Máquina que opera atualmente (predominantemente) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

Modelo: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_ Fabricante: \_\_\_\_\_.

Horas de uso: \_\_\_\_\_.

Outras máquinas que costuma operar: \_\_\_\_\_.

Modelo: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_ Fabricante: \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Recebeu algum treinamento para operar a máquina atual: ( ) sim ( ) não

( ) na própria empresa ( ) com o fabricante ( ) com outro operador mais experiente

Achou o treinamento suficiente em horas e conteúdo teórico: ( ) sim ( ) não

Achou o treinamento suficiente em horas de prática: ( ) sim ( ) não

No espaço a seguir, caso queira, dê alguma sugestão com relação aos treinamentos:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Possíveis reflexos e conseqüências físicas observadas.**

Sente algum desconforto físico? \_\_\_\_\_ Em caso positivo, assinale na figura a região do corpo e a "nota" de 0 a 7, nas tabelas correspondentes. Observe a numeração na figura com a correspondente ao lado direito e esquerdo e, depois, marque a "nota" que você dá a esse desconforto.



Havendo desconforto físico:

com que frequência ocorre: ( ) constante ( ) de vez em quando ( ) raramente

Havendo desconforto visual (irritação nos olhos; dor de cabeça; visão pouco nítida) ocorre:

( ) constante ( ) de vez em quando ( ) raramente

Apresenta edema nas pernas ou pés: ( ) sim ( ) não

Sente "formigamento" ou dormência em alguma região do corpo: ( ) sim ( ) não

Em caso positivo, em qual região do corpo: \_\_\_\_\_

Considera seu trabalho monótono: ( ) muito ( ) pouco ( ) nada

Considera seu trabalho cansativo: ( ) muito ( ) pouco ( ) nada

Caso queira, acrescente algum comentário sobre sua saúde que não foi contemplado nas questões anteriores (outros sintomas; doenças crônicas, medicamentos em uso, etc.):

\_\_\_\_\_

## B) TAREFA

Descreva, em poucas palavras, resumidamente, as tarefas que você realiza no trabalho:

---

---

---

Há pausas programadas? Exemplifique: \_\_\_\_\_

Há pausas não previstas? Exemplifique: \_\_\_\_\_

---

Há metas a cumprir? Diárias; semanais? Explique: \_\_\_\_\_

---

Quais as dificuldades para cumprir as metas? \_\_\_\_\_

---

Há rodízio entre turnos? Explique: \_\_\_\_\_

---

Com relação aos turnos, você tem preferência? ( ) sim ( ) não

Qual prefere? \_\_\_\_\_

Por quê? \_\_\_\_\_

Na sua rotina de trabalho, qual o período mais cansativo?

( ) início da manhã.                      ( ) início da tarde.                      ( ) início da noite.

( ) fim da manhã.                      ( ) fim da tarde.                      ( ) fim da noite.

Costuma fazer hora-extra: ( ) sim - ( ) frequentemente ( ) raramente

( ) não

Há situações inesperadas/não previstas durante a execução de suas tarefas? ( ) sim ( ) não

Quais? \_\_\_\_\_

Como você age nessas situações? \_\_\_\_\_

---

Sente alguma dificuldade no cumprimento de suas tarefas? Explique: \_\_\_\_\_

---

O que você mais gosta/aprecia no cumprimento de suas tarefas?

---

E o que não gosta? \_\_\_\_\_

Com que frequência consulta o mini-planejamento fornecido pela empresa:

( ) diariamente    ( ) semanalmente    ( ) quinzenalmente    ( ) mensalmente    ( ) raramente

Espaço destinado a seus comentários, caso queira, sobre sua tarefa e que não tenham sido contemplados nos itens anteriores, nesta sessão.

---

---

---

---

---

---

### **C) Sobre a Máquina**

#### **I) Acesso a Cabine**

Tam anho dos degraus: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim ( ) não há degraus

Distância entre os degraus: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Apoio para as mãos (corrimão): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim ( ) não há

Degraus são escorregadios: ( ) sim ( ) não

Ângulo de abertura da porta (Entrada da cabine): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Tam anho da porta: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Maçaneta da porta (pega): ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Por favor, faça a observação que achar necessário com relação ao acesso à cabine: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **II) Cabine**

Espaço interno: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Proteção para o operador contra objetos que possam penetrar a cabine ou janelas: ( ) boa

( ) regular ( ) ruim ( ) não há

Espaço para objetos pessoais: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Acesso ao Kit de primeiros socorros: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim ( ) não há kit de primeiros socorros

Cabine: ( ) fixa ( ) giratória

Por favor, faça as observações que achar necessário sobre a cabine: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **III) Visibilidade diurna**

Visibilidade lateral: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Visibilidade frontal: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Visibilidade traseira: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Visibilidade da área de trabalho durante a operação: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Espelhos retrovisores – tam anho: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim ( ) não há

Espelhos retrovisores – posição na máquina: ( )boa ( )regular ( )ruim ( ) não há

Película protetora de sol: ( )boa ( )regular ( )ruim ( ) não há

#### **IV) Visibilidade noturna**

Visibilidade lateral: ( )boa ( )regular ( )ruim

Visibilidade frontal: ( )boa ( )regular ( )ruim

Visibilidade traseira: ( )boa ( )regular ( )ruim

Visibilidade da área de trabalho durante a operação: ( )boa ( )regular ( )ruim

Distribuição das luzes: ( )boa ( )regular ( )ruim

Qualidade das lâmpadas (cor inclusive): ( )boa ( )regular ( )ruim

Limpador de parabrisa: ( )bom ( )regular ( )ruim ( ) não há

Por favor, faça as observações que achar necessário sobre a **visibilidade**:

---

#### **V) Assento do operador**

Possui regulagem de distância: ( )sim ( ) não

Essa regulagem é: ( )boa ( )regular ( )ruim

Possui regulagem de altura: ( )sim ( ) não – é fácil de regular: ( )sim ( ) não

Permite inclinação lateral: ( )sim ( ) não

Permite reclinar encosto: ( )sim ( ) não

Largura do assento: ( )boa ( )regular ( )ruim

Regulagem do apoio de braço: ( )boa ( )regular ( )ruim ( ) não há

Amortecedor de vibração e solavancos: ( )bom ( )regular ( )ruim

Assento: ( )fixo ( )giratório \_\_\_\_\_ graus

Por favor, faça as observações que achar necessário sobre o **assento**:

---

---

**VI) Controles**

Acionamento: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Principais controles(usados com maior frequência) dentro da zona de conforto: ( ) sim ( ) não

Alcance dos controles secundários(usados com menor frequência): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Joystick se move junto com o apoio de braço, na regulagem de altura: ( ) sim ( ) não

Pedais –tamanho: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Altura dos pedais: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Distância entre pedais: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Por favor, faça as observações que achar necessário sobre os **controles**: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**VII) Informações visuais no painel**

Leds/Luzes (posicionamento no painel): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Leds/Luzes (tamanho): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Leds/Luzes (cor, visualização): ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Por favor, faça as observações que achar necessário sobre o **painel**: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**VIII) Postura de trabalho**

Postura básica (principal de trabalho): ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Posicionamento dos braços: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Posicionamento das mãos: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Posicionamento das pernas: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Posicionamento da coluna: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim / ( ) torcida ( ) inclinada

**IX) Ruído**

Vedação da cabine contra ruídos: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

**X) Temperatura**

Ar condicionado: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Distribuição do ar dentro da cabine: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

**XI) Gases e particulados**

Vedação da cabine: ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

Há indicação no painel para troca de filtros: ( ) sim ( ) não

Essa indicação é (seria) importante: ( ) sim ( ) não

**XII) Vibração**

Amortecimento: ( ) bom ( ) regular ( ) ruim

Sensação de desconforto: ( ) constantemente ( ) esporadicamente ( ) raramente

**XIII) Manutenção**

Há períodos pré-determinados para a manutenção das máquinas? Explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

O Operador recebe algum treinamento com relação à manutenção da máquina em geral: ( ) sim ( ) não.

Por favor, faça algum comentário sobre esse item ("manutenção"), se achar necessário:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Na sua opinião:**

Pontos favoráveis da máquina que opera:

---

Pontos desfavoráveis da máquina que opera: \_\_\_\_\_.

---

O que considera mais importante em uma máquina: \_\_\_\_\_

---

---

De um modo geral, o que considera importante para a plena realização da sua tarefa:

---

---

---

---

---

Na sua opinião, quais as principais características de um bom operador:

---

---

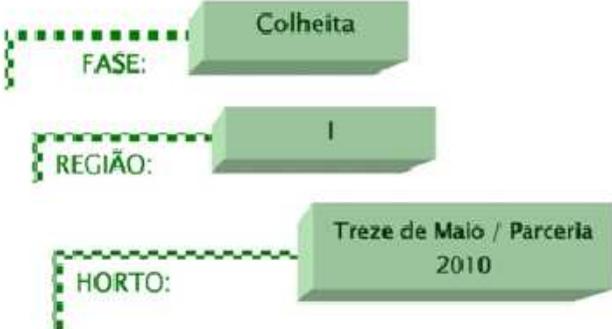
---

Grata.

ANEXO 1  
Micro-Planejamento



# MICROPLANEJAMENTO DE COLHEITA



Geoprocessamento

Maio/10

	<b>Microplanejamento</b>	<b>Colheita 2010</b>
		FOLHA
ASSUNTO	<b>ÍNDICE</b>	EMISSÃO 19/5/2010
		REVISÃO 00
<p>INTRODUÇÃO..... 1</p> <p>SEQUÊNCIA DE CORTE..... 2</p> <p>RECOMENDAÇÕES AMBIENTAIS..... 3</p> <p>RECOMENDAÇÕES OPERACIONAIS..... 4</p> <p>ANEXOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de Macroplanejamento e Microplanejamento..... 5</li> </ul>		

	<b>Planejamento Operacional</b>	<b>Colheita 2010</b>
		FOLHA
ASSUNTO	<b>Introdução</b>	EMISSÃO 19/5/2010
		REVISÃO 00

## PLANEJAMENTO OPERACIONAL

Este trabalho tem o objetivo de contribuir com a gestão operacional, através da formalização das metodologias desenvolvidas e da aplicação das melhores práticas de colheita florestal, buscando consolidar o entendimento por todos os funcionários, visando utilizar adequadamente seus recursos físicos, financeiros e humanos a fim de minimizar os problemas operacionais e maximizar nossos resultados.

O microplanejamento é realizado em conjunto com as áreas operacionais, pesquisa, segurança e ambiência.

	<b>FICHA DE RECOMENDAÇÃO TÉCNICA</b>	Página 1/1
<b>RECOMENDAÇÃO OPERACIONAL</b>		
<p><b>1) DADOS GERAIS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificação: Rotina.</li> <li>- Área de Concentração: Operacional colheita.</li> <li>- Abrangência: Colheita Florestal</li> </ul> <p><b>2) RECOMENDAÇÃO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ OBJETIVO: Fazer recomendações de procedimentos operacionais não normatizados para atividades de colheita .</li> <li>▪ RECOMENDAÇÃO:</li> </ul> <p><b>A) ESTRADAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a1) Não transitar ou manobrar máquinas sobre as estradas para evitar danos à mesma, prejudicando o transporte de madeira e a circulação dos demais veículos, principalmente na estação das chuvas.</li> <li>a2) Não estacionar máquinas, equipamentos, caminhões e outros veículos na estrada de forma a obstruir a passagem, evitando o atraso do atendimento de possíveis emergências e impedir o trânsito livre de outros, com exceção aos caminhões que transportam madeira.</li> <li>a3) Se no momento da derrubada, acidentalmente alguma árvore cair na estrada, esta deverá ser retirada imediatamente pelo mesmo motivo que o item anterior (a2).</li> <li>a4) Não depositar madeira dentro da área da estrada, causando estreitamento da mesma, prejudicando o trânsito de veículos pesados, principalmente em curvas, bifurcações e cruzamentos.</li> </ul> <p><b>B) PLANEJAMENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>b1) Recomenda-se que a execução do micro planejamento dos talhões seja feita antes de se iniciar a colheita dos mesmos, para se evitar imprevistos e perda de tempo.</li> <li>b2) A locação dos eitos deve ser feita com trena de 50 ou 30 metros para se obter melhor desempenho desta atividade e precisão da locação.</li> <li>b3) Recomenda-se que se faça a marcação dos eitos com tinta para melhor visualização evitando possíveis erros de derrubadas causando distâncias de arraste mais longas e manobras desnecessárias impactando na produtividade e conseqüentemente no custo.</li> </ul>		

	<b>FICHA DE RECOMENDAÇÃO TÉCNICA</b>	Página 2/1
--	--------------------------------------	------------

**C) SEGURANÇA**

**c1) Seguir as Recomendações de segurança ao trabalhar próxima à Rede Elétrica**

Antes de iniciar qualquer atividade próxima à rede elétrica verificar a possibilidade de desligamento da rede junto ao órgão responsável. Caso não seja possível o desligamento, determinamos que se cumpram as seguintes orientações:

- Trabalhar na área de risco somente ao dia.
- Avisar o técnico de segurança para acompanhar no momento da operação.
- Fazer a bordadura efetuando a derrubada de todas as árvores de modo que o equipamento fique de frente com a árvore derrubando-a para dentro do talhão, somente depois iniciar o processamento.
- Não abater árvores de grande porte com o equipamento desnivelado.
- Não efetuar qualquer operação em uma distância mínima de 30 metros da rede elétrica.

Interditar o acesso de pessoas e veículos a uma distância de 100 metros do local de risco e máquinas em operações.

Tocar em linhas de energia elétrica energizada com a máquina ou cabeçote, grua, torre da máquina podem causar graves ferimentos; diante deste risco, seguir a recomendação técnica:

Fica terminantemente proibida a colheita de árvores ao lado da rede de energia, durante a noite, sendo que a atividade deverá ser no período diurno, locais com rede de energia acima de 440 volts, sendo 13.800 volts, 75.000 volts ou 138.000 volts e 500.000 volts, realizar a atividade seguindo o micro planejamento de colheita com acompanhamento de eletricitista.

Onde for possível desligamento da rede de energia, os responsáveis pela operação, deverá solicitar o desligamento das redes para a empresa responsável pela concessão, CPFL ou Elektro, etc. Nas redes de baixa tensão "110,220 ou 440 volts", a colheita poderá ser realizado com a rede energizada, desde que o eletricitista faça o acompanhamento portando todos os EPIs em seu veículo de apoio, e com a vara de manobra adequada.

Nota: O micro planejamento da colheita deverá evidenciar todas as redes de energia em negrito e na cor vermelha, enfatizando o Perigo, a recomendação técnica,

Nunca posicione a máquina em sentido de corte da árvore para o lado da rede de energia, mesmo estando desligada.

No transporte de máquina com a carreta prancha, e nos finais de semana a chave geral da máquina deverá ser desligado e no transporte da mesma, verificar a altura do

equipamento, pois existe o risco de contato com rede, principalmente nas rodovias, estradas vicinais, ou mesmo dentro dos hortos.

Ao movimentar a máquina feller, traçador, skidder e clambunck no carregador ou na lateral do talhão, verificar micro planejamento, e se tiver que passar embaixo de rede de energia, avaliar a altura da rede. No caso de feller (foto 1) e traçador, atenção especial no cabeçote ou na torre, pois as mesmas deverão estar esticadas para frente, nunca encolhida em sentido da cabine; No caso do skidder, o braço da pinça deve estar abaixada no máximo, e no Clambunck o 1º e 2º braço deve estar recolhida e grua apoiada no suporte dentro da caixa de carga, em redes mais baixa, esticar o braço torre e grua para trás, ou mudar trajeto da mesma (foto 2).

Ex: Foto n.º 1 Feller:



Foto n.º 2 Clambunck



**C2) Quanto à aproximação de pessoas (curiosos, crianças, veículos, etc.):**

- Que todos os operadores e envolvidos sejam orientados a ficarem atentos quanto à aproximação de pessoas e caso ocorra parem imediatamente a operação, baixe o implemento no solo, desligue a máquina / implemento, desça da máquina e oriente as pessoas sobre o risco que estão correndo e com respeito peça para que elas se retirem. Em seguida comunique via rádio ao Supervisor ou responsável a presença de pessoas na área.



**ANEXOS:**

- MAPAS DE MACRO E MICRO PLANEJAMENTO.

REGIÃO I

**HORTO TREZE DE MAIO - PARCERIA**

MICRO PLANEJAMENTO COLHEITA 2010



**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS**

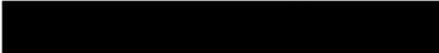
---

**Recomendação operacional**

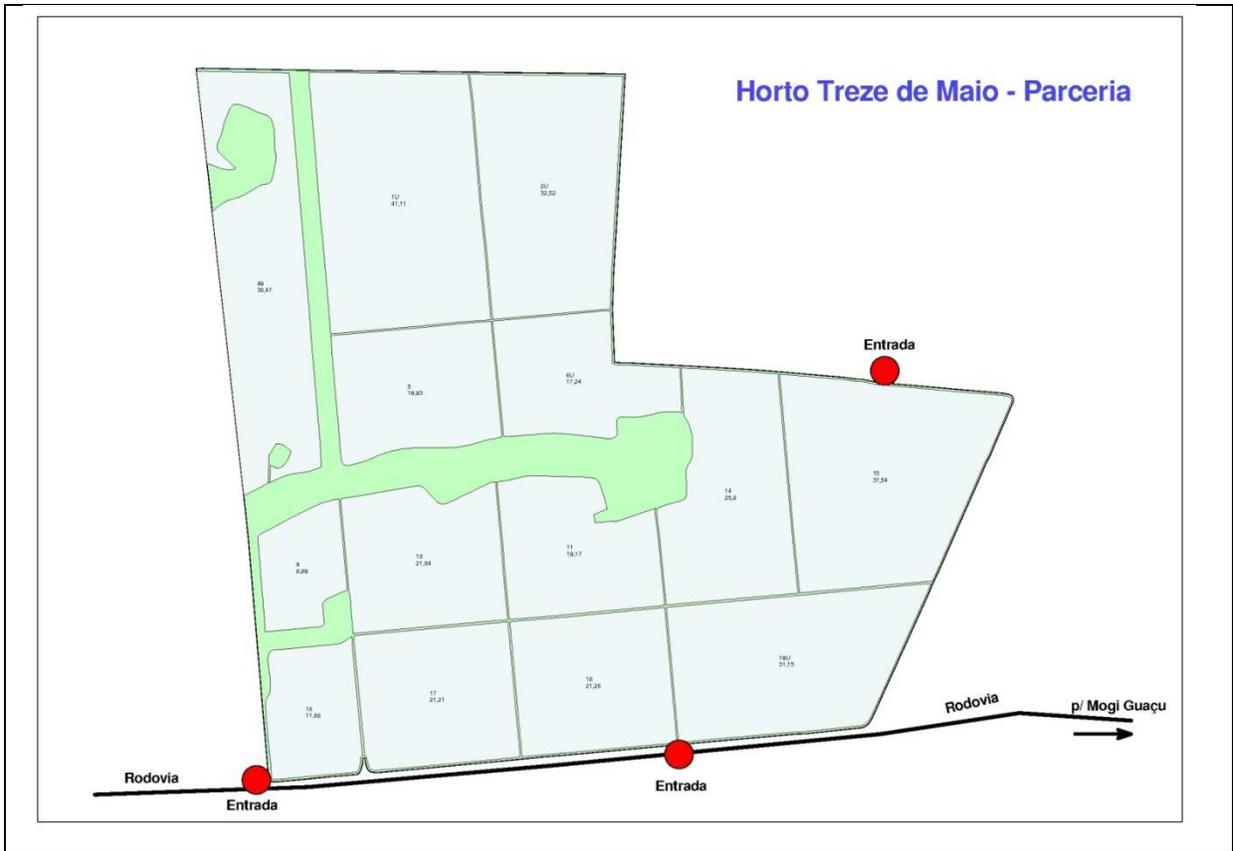
**UNIDADE FLORESTAL**

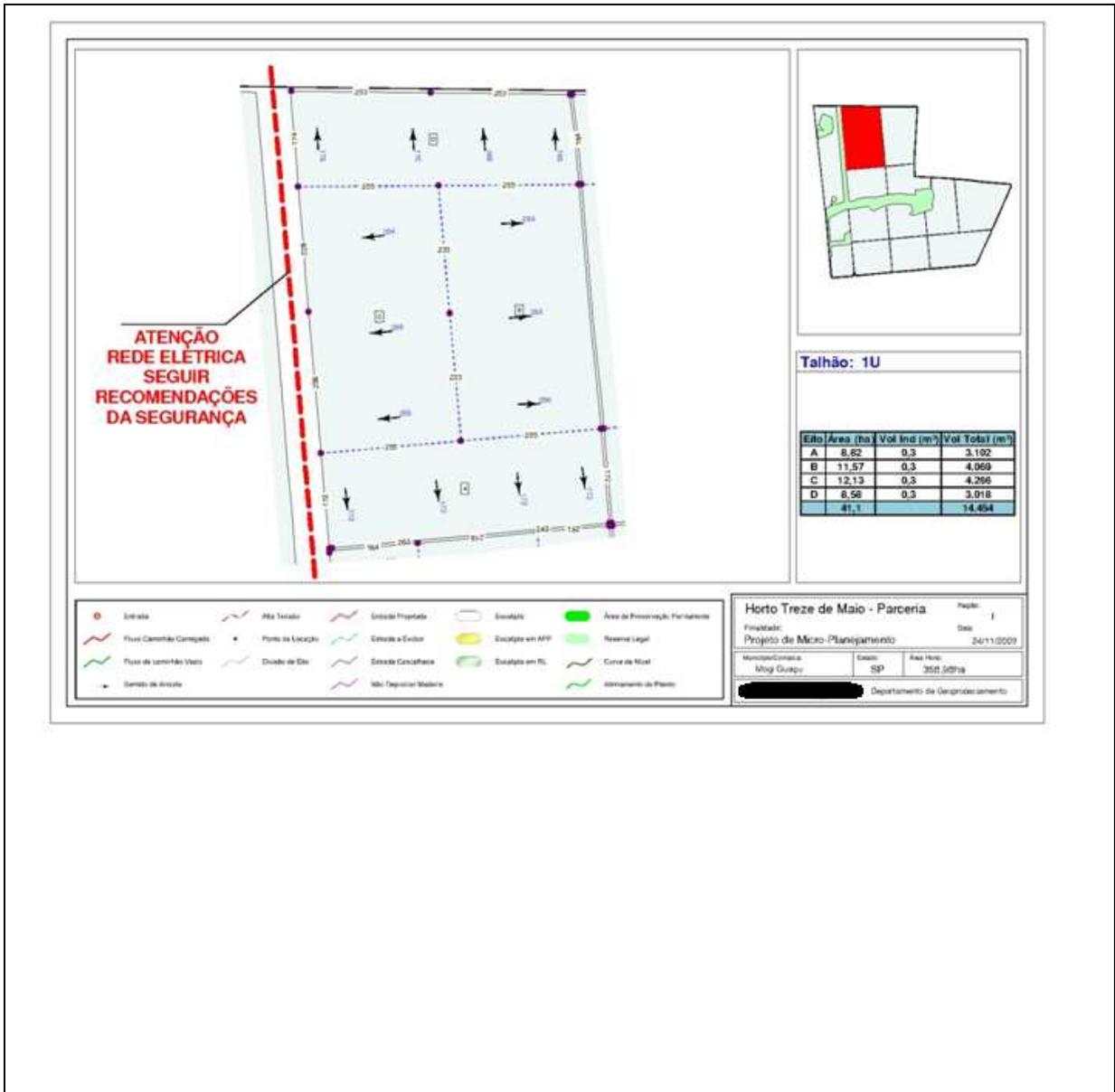
COLHEITA 2010

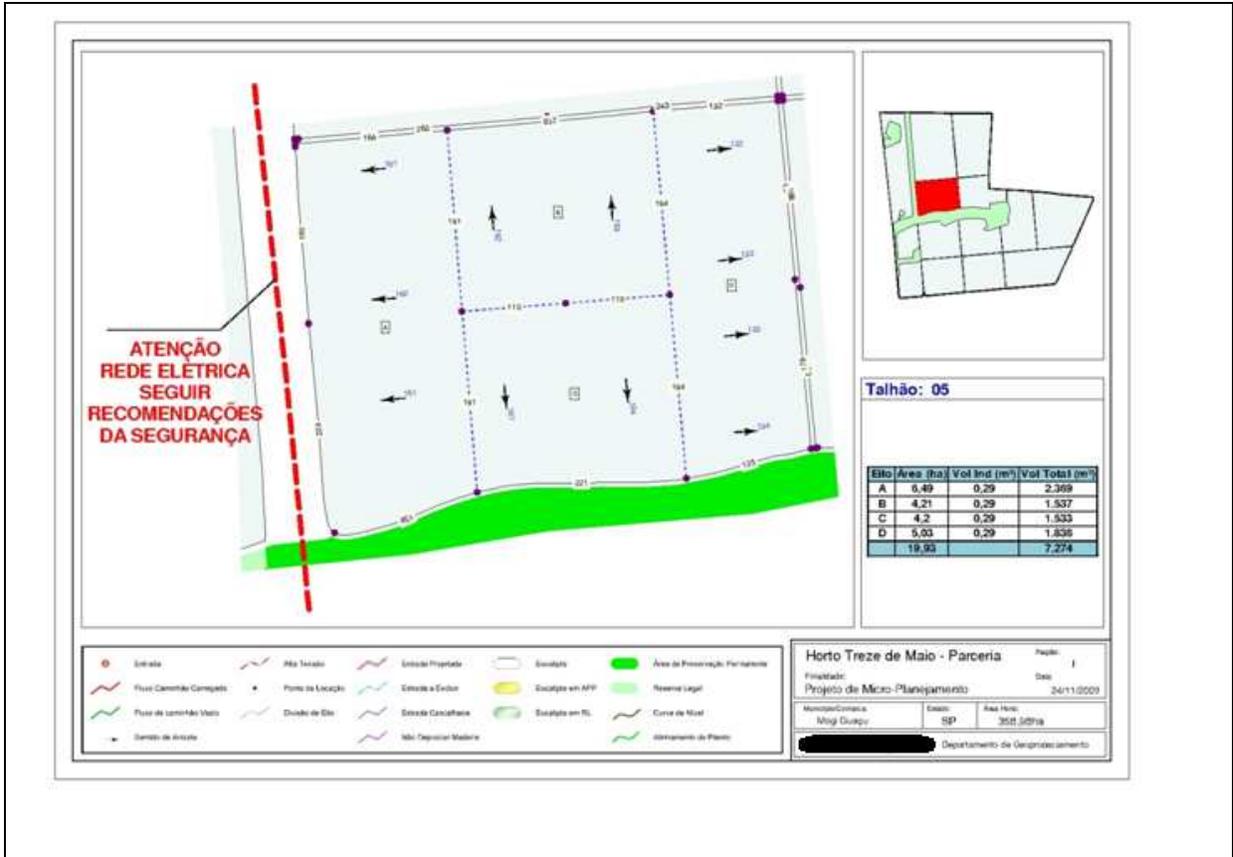
---

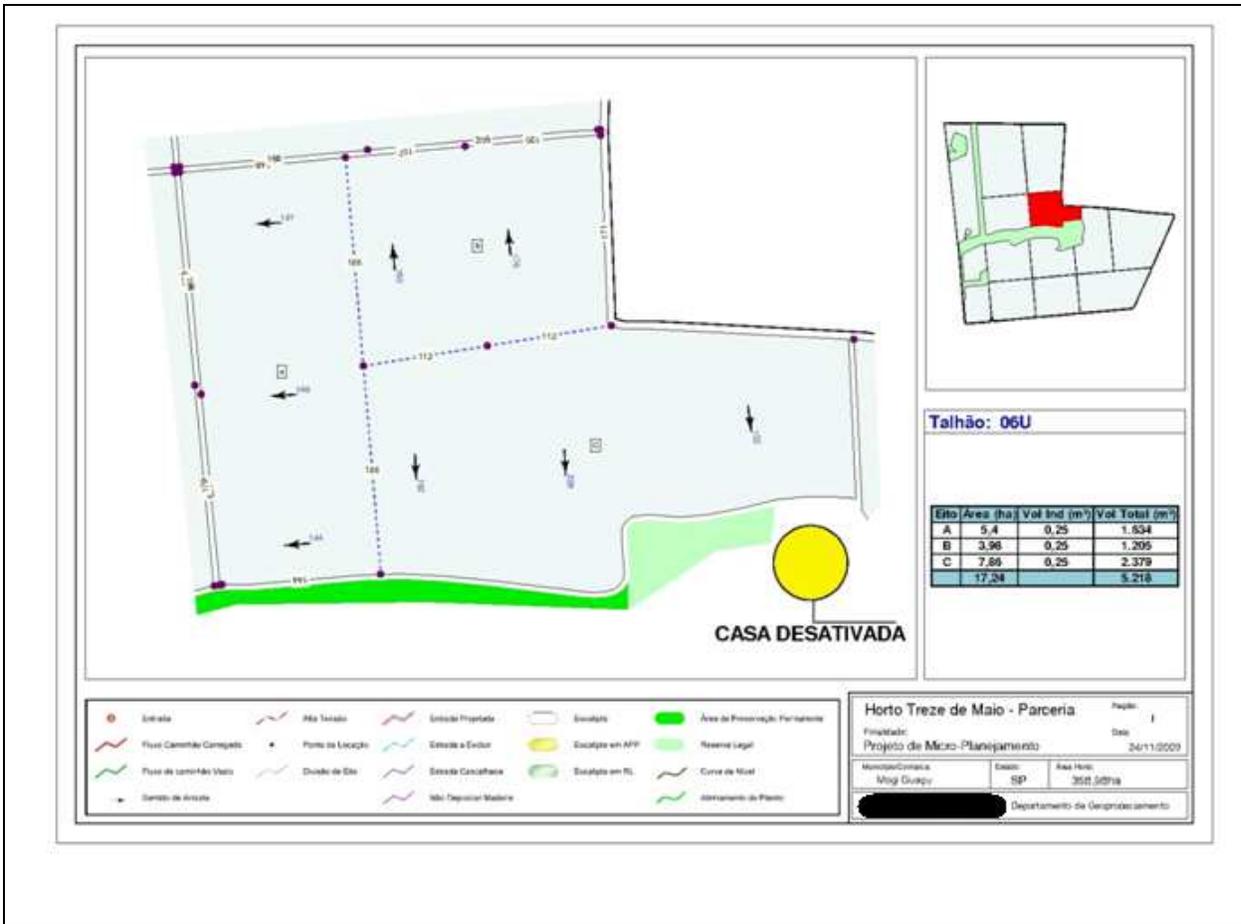
  
 Sequência de colheita ( Feller )  
 Horto Treze de Maio - Parceria

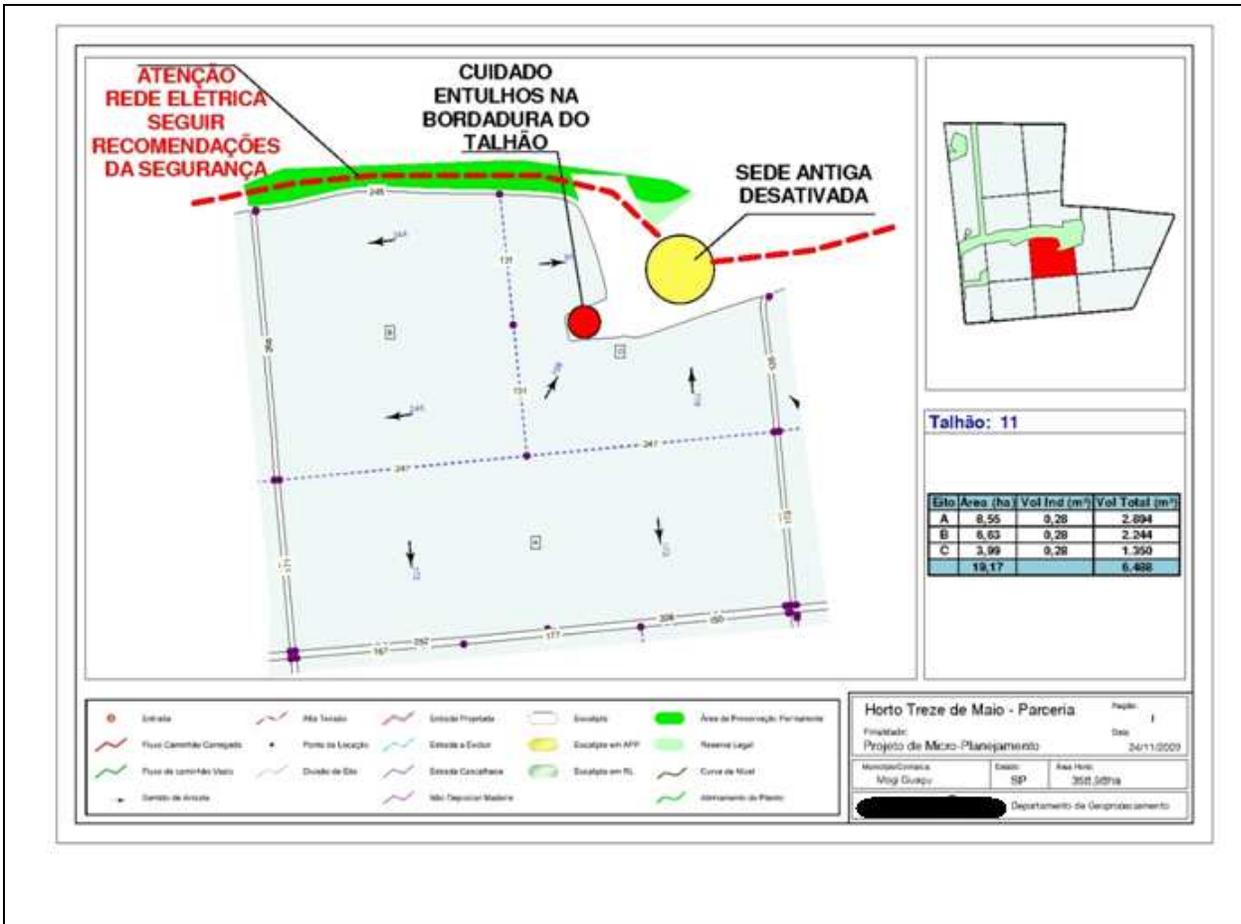
Módulo 1											
F C	Seqüência talhão	Área ( ha )	Recomendação	Classe	Material genético	Volume Individual	Volume cel. C/C m³	Talhão Data		Horimetro	
								Início	Termino	Início	Termino
1	16	11,68	Condução	C	IPB01	0,28	3.834				
1	17	21,21	Condução	C	IPB02	0,24	6.253				
1	9	8,89	Condução	C	IPB01	0,32	3.582				
1	10	21,04	Condução	C	IPB01	0,31	8.325				
1	11	19,17	Condução	C	IPB01	0,28	6.488				
1	18	21,26	Condução	C	IPB01	0,27	6.567				
1	19U	31,15	Condução	C	IPB01	0,22	8.038				
1	15	37,54	Condução	C	IPB01	0,23	10.589				
1	14	25,80	Condução	C	IPB01	0,25	7.861				
1	6U	17,24	Condução	C	IPB03	0,25	5.218				
1	5	19,93	Condução	C	IPB01	0,28	7.274				
1	1U	41,11	Condução	C	IPB02	0,29	14.458				
1	2U	32,52	Condução	C	IPB03	0,22	8.933				
<b>Total</b>		<b>308,54</b>					<b>97.420</b>				

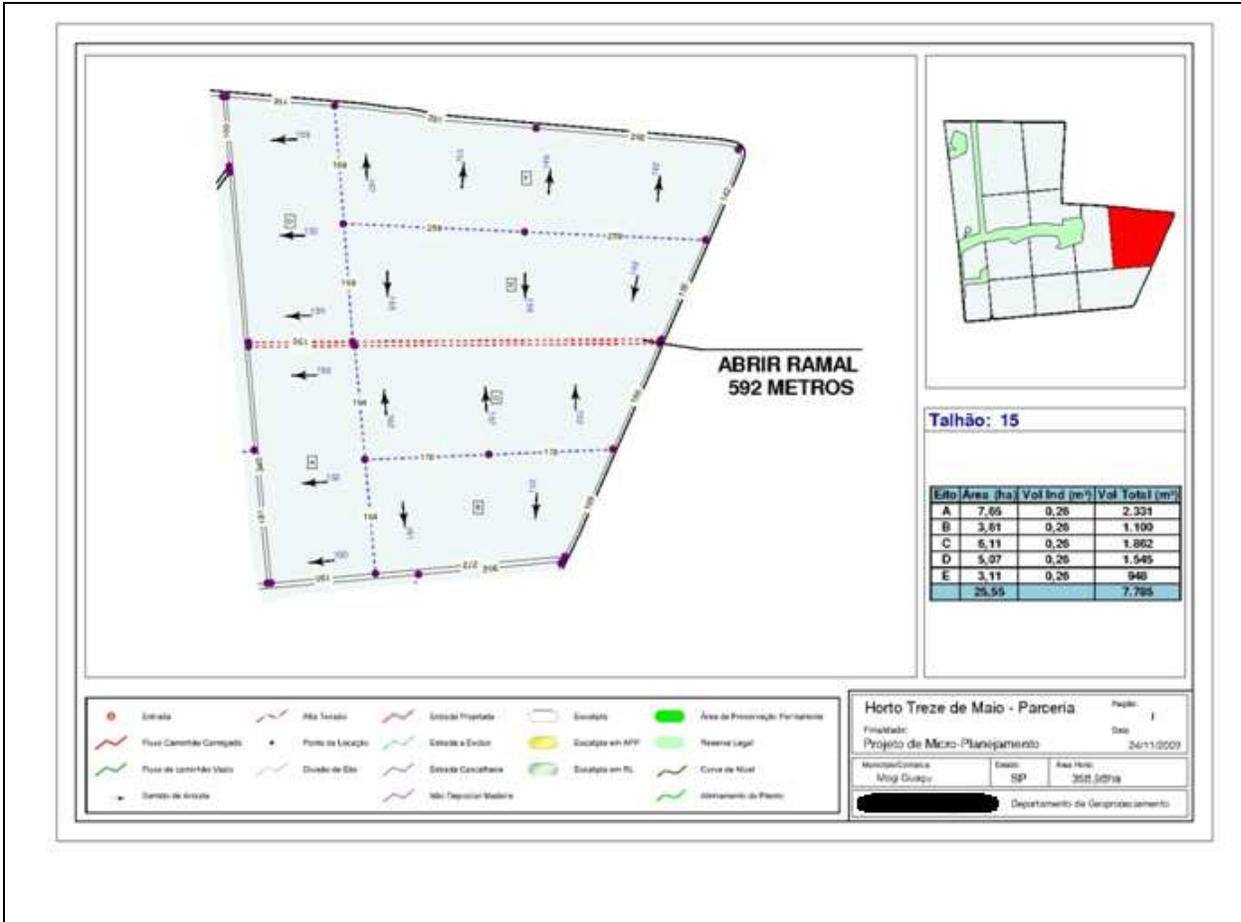


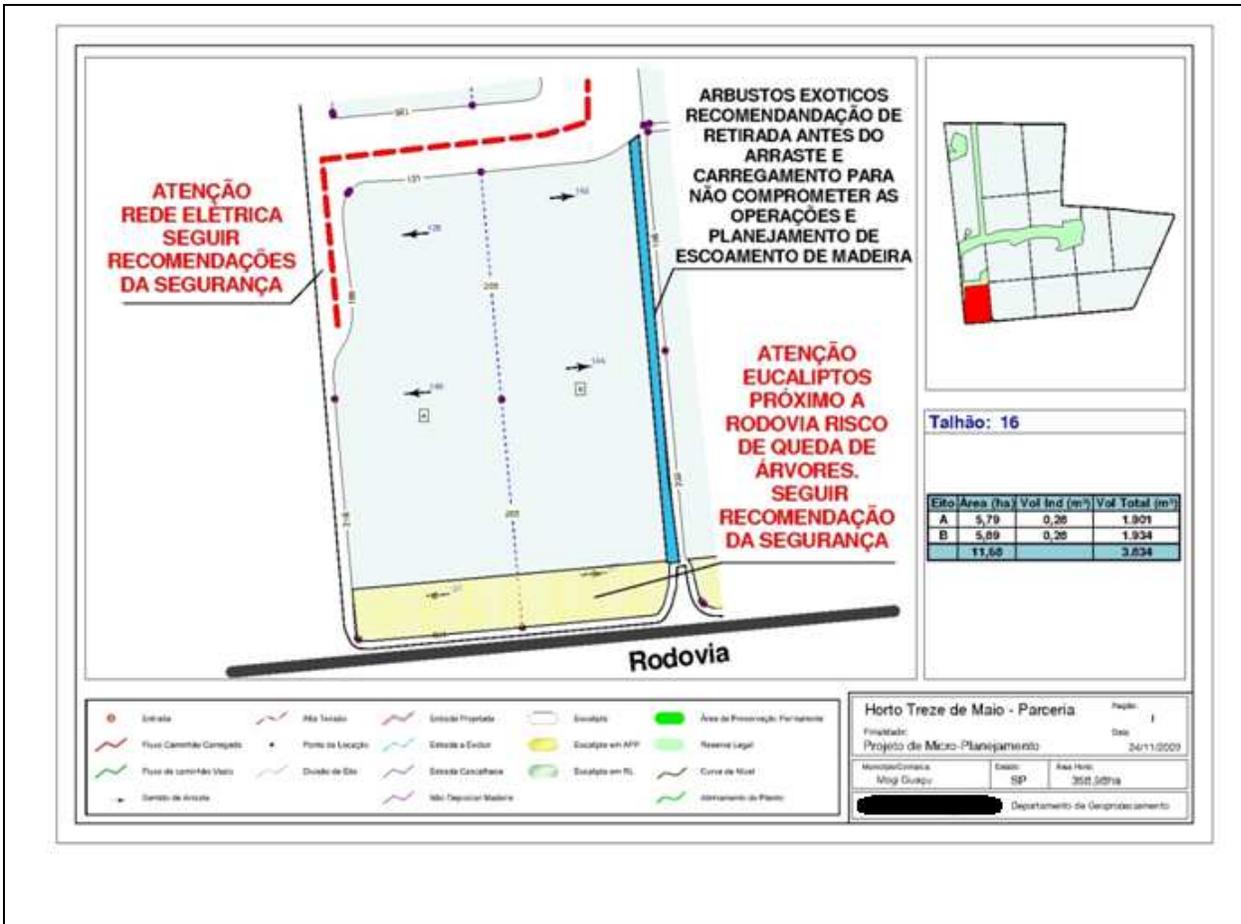


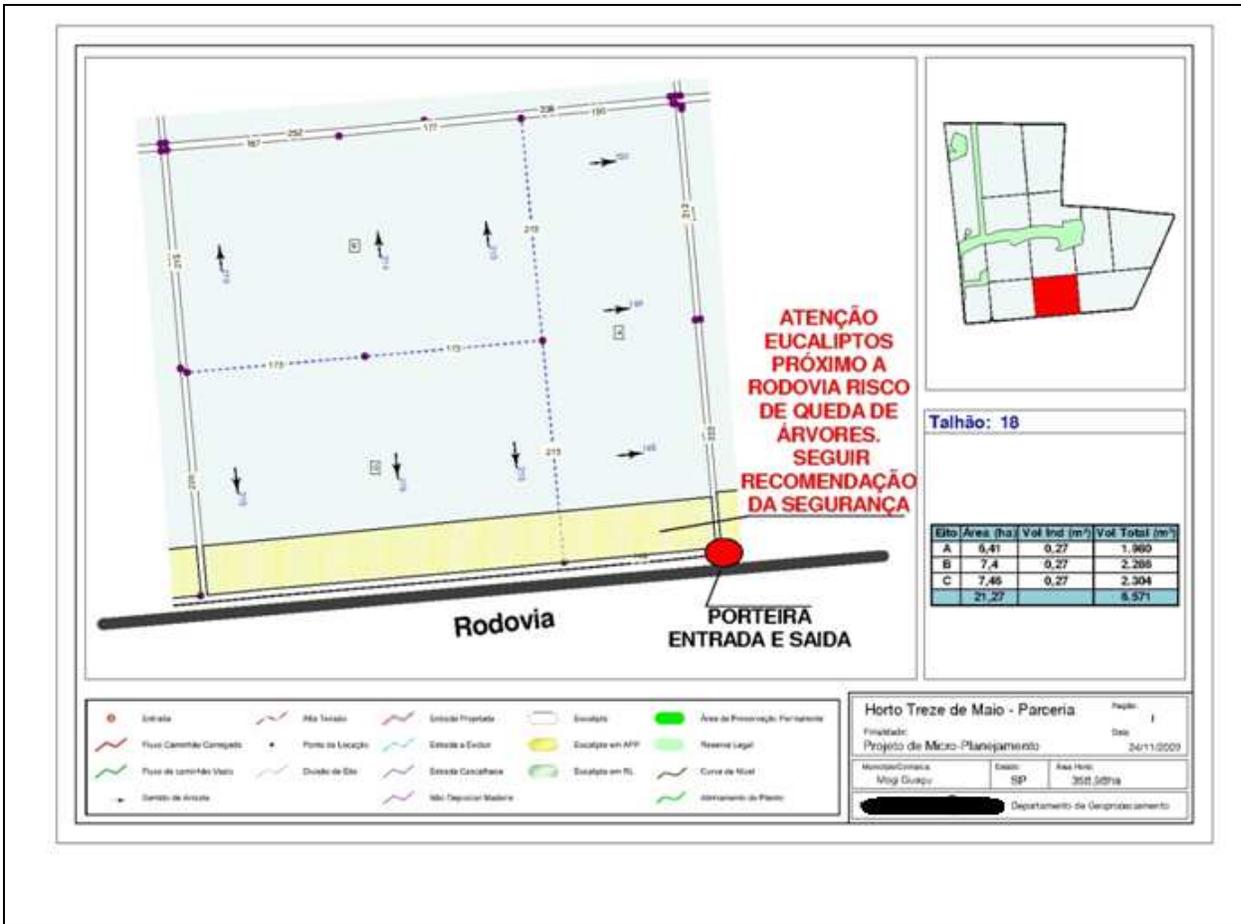












# CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

