

EDUARDO SILVA PENNA

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA E AMBIENTAL DE CABOS AÉREOS NA  
COLHEITA DE PINUS EM CERRO AZUL, PR**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Florestal, para obtenção do  
título de "*Magister Scientiae*".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

EDUARDO SILVA PENNA

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA E AMBIENTAL DE CABOS AÉREOS NA  
COLHEITA DE PINUS EM CERRO AZUL, PR**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Florestal, para obtenção do  
título de "Magister Scientiae".

Aprovada: 24 de julho de 2009.

---

Prof. Cleverson de Mello Sant'Anna

---

Prof. Márcio Lopes da Silva

---

Prof. Elias Silva  
(Co-orientador)

---

Prof. Amaury Paulo de Souza  
(Co-orientador)

---

Prof. Carlos Cardoso Machado  
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, José Eduardo Penna e Maria Auxiliadora da Silva Penna, a quem devo tudo que sou e que sempre me mostraram o caminho certo a seguir.

Aos meus irmãos Marcelo, Alessandra e à minha cunhada Suellen.

À minha esposa Natacha, encanto que o mistério da divindade pôs em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, pela realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Carlos Cardoso Machado, pela oportunidade, apoio e orientação.

Aos professores Amaury Paulo de Souza e Márcio Lopes da Silva, pelo apoio.

Ao professor Elias Silva, em especial, pelo apoio e sugestões.

À Empresa Florestal Vale do Ribeira Ltda, Grupo Berneck, pela liberação de toda sua infraestrutura logística e humana para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao engenheiro florestal e amigo Roldão pelo apoio na coleta de dados.

À engenheira florestal Elizabeth Neire da Silva, pelo apoio e sugestões.

Ao professor Norman Barros Logsdon, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, pela ajuda e intensa dedicação.

À minha irmã Alessandra pelo valioso auxílio na digitação inicial e conclusiva deste trabalho.

Ao meu primo Fernando e à minha cunhada Patrícia, pela enorme ajuda e paciência.

Ao meu sogro, Antônio Francisco de Abreu, e à minha sogra, Cirle Vilas Boas de Abreu, pelo incentivo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

EDUARDO SILVA PENNA, filho de José Eduardo Penna e Maria Auxiliadora da Silva Penna, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 13 de setembro de 1980. Concluiu o ensino médio no Colégio Salesiano São Gonçalo, Cuiabá, MT, em dezembro de 2000.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso em agosto de 2007.

Em agosto de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Em julho de 2009, submeteu-se aos exames de defesa de tese, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

# ÍNDICE

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE QUADROS.....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. A Colheita Florestal.....	4
2.2. A Evolução da Colheita Florestal.....	4
2.3. Planejamento da Colheita Florestal.....	6
2.4. Sistemas de Colheita Florestal.....	7
2.4.1. Sistema de Toras Curtas.....	7
2.4.2. Sistema de Toras Compridas.....	8
2.4.3. Sistema de Árvores Inteiras.....	8
2.4.4. Sistema de Árvores Completas.....	9
2.4.5. Sistema de Cavaqueamento.....	9
2.5. Extração por Cabos Aéreos.....	10
2.6. Princípios de Ergonomia Aplicados ao Trabalho Florestal.....	11
2.6.1. Perfil dos Trabalhadores.....	13
2.6.2. Condições de Trabalho na Empresa.....	14
2.6.3. Acesso ao Posto de Trabalho.....	14
2.6.4. Posto de Trabalho do Operador de Máquinas.....	15
2.6.5. Assento das Máquinas.....	16
2.6.6. Projeto e Compatibilidade de Controles e Instrumentos.....	19
2.6.7. Clima no Posto de Trabalho.....	20
2.6.8. Visibilidade para o Campo de Trabalho.....	21
2.6.9. Iluminação do Campo de Trabalho.....	22
2.6.10. Ruído.....	23
2.6.11. Exaustão de Gases e Poeira.....	26

2.6.12. Vibração.....	26
2.6.13. Acidentes.....	28
2.7. Fatores Ambientais Relacionados com a Atividade de Colheita Florestal.....	29
2.8. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais.....	30
2.9. Impactos Ambientais Gerados nas Operações de Colheita Florestal....	31
2.9.1. Meio Físico.....	32
2.9.1.1. Solo.....	32
2.9.1.1.1. Erosão.....	32
2.9.1.1.2. Compactação.....	33
2.9.1.1.3. Remoção da Camada Superficial.....	34
2.9.1.1.4. Exportação de Nutrientes.....	34
2.9.1.2. Água.....	35
2.9.1.2.1. Quantidade.....	35
2.9.1.2.2. Qualidade.....	35
2.9.1.2.3. Obstrução dos Cursos D'água.....	36
2.9.1.3. Ar.....	36
2.9.1.3.1. Emissão de Poeiras e Gases.....	36
2.9.2. Meio Biótico.....	37
2.9.2.1. Flora Terrestre.....	37
2.9.2.2. Flora Aquática.....	37
2.9.2.3. Fauna Terrestre.....	38
2.9.2.4. Fauna Aquática.....	38
2.9.3. Meio Antrópico.....	39
2.9.3.1. Paisagismo.....	39
2.9.3.2. Emprego.....	39
2.9.3.3. Acidente.....	40
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
3.1. Local de Estudo.....	41
3.2. Características dos Povoamentos Florestais.....	42
3.3. Sistemas de Colheita Adotados pela Empresa.....	43
3.4. Equipes Operacionais.....	44

3.5. Sistema de Colheita Utilizado.....	47
3.6. Modelos de Cabos Aéreos Utilizados.....	47
3.7. Avaliação Ergonômica de Cabos Aéreos.....	50
3.8. Avaliação Quantitativa e Qualitativa dos Impactos Ambientais.....	51
3.8.1. Elaboração das Matrizes de Interação, Perfil dos Impactos Ambientais e Perfil dos Respondentes.....	51
3.8.2. Preenchimento e Interpretação das Matrizes de Interação.....	52
3.8.3. Listagem de Controle.....	53
3.8.4. Determinação da Capacidade Impactante.....	54
3.8.5. Avaliação do Perfil dos Impactos Ambientais e Daquele dos Respondentes.....	54
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
4.1. Avaliação Ergonômica das Torres de Cabos Aéreos .....	55
4.1.1. Acesso à Cabine de Trabalho.....	55
4.1.2. Posição de Trabalho do Operador.....	57
4.1.3. Cabine do Operador.....	58
4.1.4. Assento do Operador.....	58
4.1.5. Controles e Instrumentação.....	60
4.1.6. Clima na Cabine.....	60
4.1.7. Visibilidade da Cabine em Relação ao Campo de Trabalho.....	61
4.1.8. Iluminação do Campo de Trabalho.....	62
4.1.9. Ruído.....	62
4.1.10. Exaustão de Fumaça e Poeira.....	62
4.1.11. Vibração.....	63
4.2. Avaliação Quantitativa dos Impactos Ambientais na Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos .....	64
4.2.1. Contratação de Mão-de-obra.....	64
4.2.2. Derrubada Florestal Semimecanizada.....	64
4.2.3. Guinchamento por Cabo Aéreo.....	65
4.2.4. Arraste Mecanizado.....	67
4.2.5. Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado.....	68
4.2.6. Traçamento e Empilhamento Mecanizado.....	68

4.2.7. Principais Impactos Ambientais Identificados e suas Respectivas Medidas Ambientais.....	69
4.2.8. Aspectos Ambientais da Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos.....	72
4.2.8.1. Meio Físico.....	73
4.2.8.2. Meio Biótico.....	74
4.2.8.3. Meio Antrópico.....	75
4.2.8.4. Meio Físico, Biótico e Antrópico.....	78
4.2.9. Perfil dos Impactos Ambientais na Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos .....	79
4.2.10. Perfil dos Respondentes.....	81
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>85</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>101</b>

## RESUMO

PENNA, Eduardo Silva. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Avaliação ergonômica e ambiental de cabos aéreos na colheita de Pinus em Cerro Azul, PR.** Orientador: Carlos Cardoso Machado. Co-orientadores: Amaury Paulo de Souza e Elias Silva.

Nas empresas florestais, em terrenos montanhosos, o grau de mecanização não é muito elevado devido a limitações técnicas dos tratores florestais. Este trabalho foi desenvolvido na empresa Florestal Vale do Ribeira, Grupo Berneck, Fazenda Tarumã, Município de Cerro Azul, PR, objetivando-se a avaliação ergonômica e ambiental da utilização de cabos aéreos no sistema de colheita de árvores inteiras, em talhões do Gênero *Pinus*, em regiões montanhosas. Para a avaliação ergonômica das torres de cabos aéreos, utilizou-se um questionário, que foi preenchido pelos operadores das três torres existentes. Avaliaram-se, detalhadamente, onze variáveis: acesso à cabine de trabalho, posição de trabalho do operador, cabine do operador, assento do operador, controles e instrumentação, clima na cabine, visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho, iluminação do campo de trabalho, ruído, exaustão de fumaça e poeira e vibração. Para a avaliação ambiental da colheita utilizaram-se matrizes de interação, contendo um total de vinte fatores ambientais relevantes e seis atividades impactantes, que ocorreram nos compartimentos dos meios físico, biótico e antrópico. Analisaram-se os impactos ambientais resultantes, por meio de estatística descritiva. Avaliou-se, também, o perfil dos respondentes. Concluiu-se, quanto à análise ergonômica das onze variáveis analisadas, em cada torre, que os cabos aéreos modelos K301 e K501 não atendem aos requisitos ergonômicos, e seus operadores, por consequência, encontram-se susceptíveis a riscos em sua jornada de trabalho, enquanto no modelo K601 ocorre o inverso, e, seu operador trabalha em condições ergonômicas satisfatórias. Quanto aos impactos ambientais concluiu-se que o meio biótico sofreu menor impacto ambiental negativo (-

7,38%), o meio físico apresentou o maior impacto negativo (- 64,43%) e o meio antrópico apresentou-se com maior impacto ambiental positivo (+28,19%). As matrizes de interação apresentaram 78 relações de impacto ambiental (interação de 13 fatores ambientais relevantes e 6 atividades impactantes). Não houve relação de impacto ambiental para sete fatores ambientais relevantes (um do meio físico – turbidez e seis do meio biótico - vertebrados, insetos, macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton). Entre os treze fatores de impacto ambiental relevantes, as atividades derrubada florestal semimecanizada e guinchamento por cabo aéreo apresentaram relação de impacto ambiental com onze fatores ambientais relevantes dos meios físico, biótico e antrópico, sendo um impacto positivo e dez negativos. A atividade contratação de mão-de-obra apresentou interação apenas com um fator ambiental relevante (empregos), do meio antrópico, cujo impacto foi positivo. O sistema de colheita de árvores inteiras com cabos aéreos, em relação ao total de impactos ambientais, apresentou-se com 44,29% de impactos negativos. As correlações estudadas de 13 fatores ambientais relevantes com seis atividades impactantes apresentaram um saldo de impactos ambientais com a distribuição, nos compartimentos de seus meios, de 96 pontos de impactos ambientais negativos (Meio Físico), 11 pontos de impactos ambientais negativos (Meio Biótico) e 41 pontos de impactos ambientais positivos (Meio Antrópico). Quanto ao perfil dos quatro respondentes, concluiu-se que não houve comportamento homogêneo em suas respostas.

## ABSTRACT

PENNA, Eduardo Silva, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009. **Ergonomic and environmental evaluation of aerial cables in the harvest of Pinus in Cerro Azul, PR.** Adviser: Carlos Cardoso Machado. Co-Advisers: Amaury Paulo de Souza and Elias Silva.

In forest companies located in mountains, the degree of mechanization is not very high due to the technical limitations of forest tractors. The present work was developed in the Vale do Ribeira forest company, Grupo Berneck, Tarumã Farm, in the city of Cerro Azul, PR, aiming to perform an ergonomic and environmental evaluation of the use of aerial cables in the harvest system of whole trees, in plots of the genus *Pinus*, in mountain regions. For the ergonomic evaluation of the towers of the aerial cables, it was used a questionnaire, which was completed by the operators of the three towers. Eleven variables were accurately evaluated: access to the cabin where they work, position in which the operators work, cabin of the operator, seat of the operator, controls and instruments, climate in the cabin, visibility of the cabin in relation to the work field, illumination of the work field, noise, exhaustion of smoke and dust and vibration. For the environmental evaluation of the harvest, interaction matrices were used, containing a total of twenty relevant factors and six activities of impact, which occur in the compartments of the physical, biotic and anthropic media. The resulting environmental impacts were analyzed by the descriptive statistics. It was also evaluated the profile of the respondents. It was concluded that, as for the ergonomic analyses of the eleven variables in each tower, the aerial cables of the K301 and K501 models do not meet the ergonomic requirements and, consequently, are susceptible to risks at work, while in the K601 model, the opposite occurs and the operator works in satisfactory ergonomic conditions. As for the environmental impacts, it was concluded that the biotic medium suffered the lowest negative environmental impact (-7,38%), the physical means presented the highest negative impact (- 64,43%) and the anthropic means presented the highest positive environmental impact (+28,19%). The interaction matrices presented 78 relations of environmental

impact (interaction of 13 relevant environmental factors and 6 activities of impact). There was no relation of environmental impact for seven relevant environmental factors (one of the physical medium – turbidity and six of the biotic medium - vertebrates, insects, macrophytes, phytoplankton, fish and zooplankton). Among the thirteen relevant environmental impact factors, the activities of semimechanized forest fell and log dragging by aerial cable presented a relation of environmental impact with eleven environmental factors relevant to the physical, biotic and anthropic media, with one positive impact and ten negative impacts. The activity of hiring of labor presented interaction only with one relevant environmental factor (jobs), of the anthropic medium, whose impact was positive. The harvest system of whole trees with aerial cables, in relation to the total of environmental impacts, presented 44,29% of negative impacts. The correlations studied of 13 relevant environmental factors with six activities of impact presented a balance of environmental impacts with the distribution, in the compartments of their media, of 96 points of negative environmental impacts (Physical Medium), 11 points of negative environmental impacts (Biotic Medium) and 41 points of positive environmental impacts (Anthropic Medium). As for the profile of the four respondents, it was concluded that there was not a homogeneous behavior in their responses.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquemas de extração por cabos aéreos.....	10
Figura 2 – Mapa de situação do Município de Cerro Azul, PR em relação a outras cidades da região.....	41
Figura 3 – Mapa de localização do Município de Cerro Azul no Estado do Paraná, em função de suas respectivas coordenadas geográficas.....	42
Figura 4 – Torre de cabo aéreo modelo K301.....	48
Figura 5 – Torre de cabo aéreo modelo K501.....	49
Figura 6 – Torre de cabo aéreo modelo K601.....	50
Figura 7 – Distribuição dos impactos ambientais, nos compartimentos dos três meios físico, biótico e antrópico, em função das atividades impactantes....	78
Figura 8 – Perfil dos impactos ambientais – Avaliação pelo saldo de impactos em função das atividades impactantes.....	80
Figura 9 – Perfil dos respondentes em função dos valores médios de impacto ambiental, atribuídos às atividades impactantes.....	82

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, sem o uso de EPI, em função do tempo de exposição .....	24
Quadro 2 – Atribuição convencional de pontos para quantificação do grau de impacto ambiental.....	52
Quadro 3 – Resumo dos resultados e discussão obtidos na avaliação ergonômica de três modelos de torre de cabos aéreos .....	56
Quadro 4 – Comparação de dados técnicos estabelecidos pelas Normas Suecas, quanto ao acesso à cabine de trabalho, em relação àqueles avaliados na cabine do cabo aéreo modelo K 601.....	57
Quadro 5 – Comparação de dados técnicos estabelecidos pelas Normas Suecas, quanto ao assento do operador, em relação àqueles avaliados na cabine do cabo aéreo modelo K 601.....	59
Quadro 6 – Saldo dos impactos ambientais nas seis atividades impactantes.....	80
Quadro 7 – Valores de impactos ambientais atribuídos pelos respondentes em função das atividades impactantes.....	81
Quadro 8 – Totalização de resultados de vinte fatores ambientais, obtidos de quatro respondentes, em função de seis atividades impactantes.....	110

## 1. INTRODUÇÃO

As grandes empresas do setor florestal brasileiro, que proporcionam uma posição de destaque para o País, colocando-o entre os maiores produtores e exportadores de produtos madeireiros, também são vítimas de severas críticas dos ambientalistas, relacionadas ao processo de impacto ambiental e degradação das florestas.

Segundo Machado *et alii* (2008), já existia uma tendência mundial de aumento do consumo de madeira. No Brasil, a taxa de crescimento anual deveria ser de 3%. Permanecendo essa tendência, aumenta-se a importância de ter-se um sistema de suprimento de madeira eficiente e que requeira alternativas de formas de colheita que levem à sustentabilidade técnica, econômica e ambiental.

A exploração de florestas plantadas, com o objetivo básico de produção de madeira e seus derivados, tornou-se uma atividade de grande importância social e econômica para nosso País, atingindo extensas áreas planas e acidentadas, cujas sistemáticas de exploração variam com o grau de facilidade ou de dificuldade para a extração de madeira do povoamento, em função de fatores físicos, bióticos e antrópicos (LIRA FILHO, 1994).

Na atividade florestal a colheita e o transporte florestais são as etapas mais importantes do ponto de vista econômico, pois sua participação no custo final da madeira pode representar mais de 50% daqueles custos (MACHADO, 1989).

De acordo com Machado (1985), existem vários métodos e sistemas de colheita que, somente com a pesquisa científica, para cada condição específica, permitirão afirmar qual método e ou sistema é melhor em termos técnico, econômico, silvicultural, ecológico e social. Neste contexto, deve-se lembrar, ainda, que o trabalho de colheita florestal é considerado um dos mais pesados dentre aqueles das demais atividades industriais brasileiras (SOUZA *et alii*, 2008).

Conseqüentemente, cada operação de colheita florestal exige do trabalhador determinado dispêndio energético, bem como do ponto de vista antropométrico, o projeto incorreto dos pontos de trabalho, dos equipamentos e das ferramentas neles existentes, impõem ao trabalhador de colheita florestal solicitações excessivas e desnecessárias, o que deve ser evitado (SOUZA *et alii*, 2008).

Por outro lado, a colheita e o transporte de madeira em regiões montanhosas sempre se confrontam com alguns fatores, entre os quais o custo e a interferência no meio ambiente. Tecnicamente, é importante destacar que cada um deles tem sua solução. O difícil é conciliá-los.

Quanto à minimização dos danos ambientais, este procedimento está na escolha do sistema de extração e no estabelecimento definitivo, bem como no multipropósito da rede viária, não se descuidando, obviamente, dos aspectos técnicos e ecológicos (KRETSCHICK *et alii*, 2006).

Deste modo, ao escolher-se o tipo de máquina a ser utilizada na extração de madeira, devem-se considerar não somente os aspectos técnicos e econômicos, mas também o grau de impacto sobre o meio ambiente, notadamente o solo, em termos de compactação, a poluição por óleos combustíveis e lubrificantes e o assoreamento de cursos d'água (SEIXAS, 1999).

Por outro lado, quando se realiza a colheita de madeira em terrenos muito inclinados torna-se, neste caso, possível e aconselhável o uso de cabos aéreos. Cita-se, neste contexto, o exemplo de colheita de madeira, em terrenos inclinados, nas regiões Norte e Noroeste dos Estados Unidos, o que foi viabilizado por meio de cabos aéreos. Com o uso dos mesmos torna-se reduzida a densidade de estradas para a extração de toras e, quando um correto sistema de cabos é empregado, as toras podem ser inteiramente suspensas acima do terreno, resultando em menores danos ao solo (CONWAY, 1976).

Atualmente, nas maiores empresas produtoras de madeira do Brasil são utilizadas as mais modernas tecnologias para a colheita florestal. Porém, para dar continuidade ao emprego dessas altas tecnologias, ainda existem certas

lacunas que necessitam ser preenchidas e alguns parâmetros que precisam de melhor balizamento, para que se concretize o desenvolvimento sustentável da área, principalmente quando se refere à colheita florestal em áreas acidentadas.

Nota-se, por conseqüência, que, para viabilizar a colheita florestal em áreas de declividade acentuada, torna-se necessária a busca de equipamentos que permitam o aumento da produtividade, a redução dos custos operacionais e a preservação do meio ambiente.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo geral as avaliações ergonômica e ambiental de cabos aéreos na colheita de Pinus, usando-se o sistema de árvores inteiras.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar, em termos ergonômicos, as torres de cabos aéreos, utilizando-se questionários;
- Avaliar os impactos ambientais provocados pelo equipamento e suas atividades impactantes, usando-se o método da matriz de interação, coadjuvado pelo método da listagem de controle (*check-list*).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A Colheita Florestal**

A colheita florestal pode ser interpretada como um sistema integrado por subsistemas de aproveitamento de madeira. Entende-se por sistema um conjunto de operações que podem ser realizadas num só local, ou em locais distintos, e que devem estar perfeitamente integrados e organizados entre si, de modo que permita fluxo constante de madeira, evitando-se pontos de estrangulamento e levando os equipamentos à sua máxima utilização (SALMERON, 1981).

Para Machado (1989), o sistema de colheita é definido como sendo um conjunto de operações ou processos individuais interdependentes, que tem como resultado a madeira cortada e transportada até o pátio da indústria ou consumidor final.

### **2.2. A Evolução da Colheita Florestal**

Segundo Moreira (2000), os primeiros sistemas de colheita no Brasil eram manuais, usados, em sua maioria, na exploração de florestas nativas, sem preocupação com a racionalização e produtividade das atividades. Atualmente essa forma de produção ainda é utilizada, embora em pequena escala, geralmente na obtenção de madeira para uso doméstico.

A primeira ferramenta utilizada no abate de árvores foi o machado. Conforme Souza (1985) ele era empregado em diversos setores florestais, sendo na década de 40 utilizado em 100% das explorações tropicais de menor desenvolvimento; em 50%, na América do Norte, em madeiras destinadas a polpa; e em 35% em produção de toras para serraria. A colheita de florestas plantadas no Brasil teve sua tecnologia originada da colheita de florestas nativas cuja tecnologia, inapropriada, foi gradativamente modificada e trocada por outras alternativas (HAKKILA *et alli*, 1992).

No início das atividades de reflorestamento no Brasil, poucas empresas utilizavam a mecanização em algumas etapas da colheita florestal. Vários fatores conduziam à adoção do trabalho manual de colheita: mão-de-obra abundante e barata, topografia desfavorável, falta de máquinas e equipamentos no mercado interno e falta de motivação do parque industrial nacional em fabricar máquinas e equipamentos (FERNANDES e TIBÚRCIO, 1987; MENDO, 1991).

Com o aumento da demanda por madeira e a redução da disponibilidade de mão-de-obra, assim como a maior competição por esse fator de produção, principalmente nas regiões mais industrializadas, bem como o aumento do seu custo (salários e encargos sociais), diversas empresas passaram a procurar sistemas de colheita alternativos (MOREIRA, 1998).

Nesse contexto foi introduzida no Brasil a motosserra, que, segundo Pires (1996), foi a máquina que revolucionou a colheita florestal, uma vez que permitiu avanço tecnológico determinante nas operações de corte florestal.

De acordo com Sales (1981) e Valverde (1995), o processo de modernização das operações teve início na década de 70, quando começou a produção de maquinário leve e de porte médio, guas para fins florestais, e, de lá para cá, a indústria tem fornecido vários tipos de máquinas e equipamentos ao setor florestal.

Rocha Filho (1993) afirma que os sistemas de colheita manual e semimecanizado estão praticamente esgotados no que diz respeito à possibilidade de ganhos na produtividade.

Segundo Santos (1995), a introdução de máquinas e equipamentos, que substituíram a motosserra e o machado, possibilitaram o aumento da produtividade das operações de colheita, minimizando a participação do homem no processo produtivo.

De acordo com Fontes (1996), as principais causas da crescente mecanização desta atividade são a busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção. Entretanto, este processo de mecanização requer investimentos iniciais muito altos e, dependendo da forma

de condução do sistema, o produto final poderá apresentar preço pouco competitivo no mercado.

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

A mecanização dos processos de colheita e transporte florestal intensificou-se no Brasil a partir do início da década de 90, com a abertura do mercado brasileiro à importação de máquinas e equipamentos já desenvolvidos e aprimorados em países com maior tradição na colheita florestal mecanizada (BRAMUCCI, 2001).

Esse autor acrescenta, ainda, que esse processo vem-se mostrando irreversível no Brasil, principalmente em função da redução da dependência de mão-de-obra, melhoria das condições de trabalho, redução do custo final da madeira posto fábrica e da necessidade, por parte das indústrias, de um fornecimento regular e em quantidades cada vez maiores de madeira.

As atividades florestais passaram a ser melhor estudadas, pois deixaram de ter caráter simplesmente extrativista e passaram a ser vistas como atividades comerciais que deveriam ser mais bem planejadas, utilizando-se de técnicas eficazes que proporcionassem bom rendimento na sua execução (BRAMUCCI, 2001).

Entre as atividades florestais, a colheita florestal, por ser a atividade que mais onera o custo de produção da madeira no Brasil (BAGIO e STÖHR, 1978; REZENDE *et alii*, 1983; TANAKA, 1986), ela deve merecer, por isso, atenção especial das empresas, de maneira que suas operações sejam otimizadas e a melhoria da qualidade seja alcançada em todas as etapas do processo, de forma contínua.

### **2.3. Planejamento da Colheita Florestal**

A complexidade da colheita florestal deve-se à dificuldade de se controlar, simultaneamente, um grande número de variáveis oriundas dos

fatores técnicos, econômicos, ambientais e ergonômicos. Assim, para que a colheita florestal possa realmente ser controlada ou manejada de forma a proporcionar melhores resultados, deve-se lançar mão de um bom trabalho de planejamento (MACHADO e LOPES, 2008).

O planejamento é a função de maior importância para a colheita florestal. Com ele, torna-se possível colocar todos os sistemas e métodos possíveis juntos, identificando e resolvendo seus conflitos, reconhecendo as restrições e ordenando os recursos disponíveis de forma antecipada. No Brasil, a pesquisa operacional e o sistema de informação geográfica são as duas ferramentas que mais têm auxiliado no planejamento da colheita florestal (MACHADO e LOPES, 2008).

O planejamento dessa operação torna-se indispensável, uma vez que permite um controle dos custos e dos possíveis danos gerados ao meio ambiente. Nesse sentido, o planejamento, contemplando o aspecto ambiental, contribui de forma significativa para a conservação dos recursos florestais, garantindo, assim, a sustentabilidade da floresta. Nobre e Assis (2001) relatam que as restrições e limitações sofridas pela atividade florestal contribuem, naturalmente, para que haja um aumento da necessidade de planejamento.

## **2.4. Sistemas de Colheita Florestal**

Existem vários sistemas de colheita de madeira, variando de empresa para empresa, dependendo da topografia, do rendimento volumétrico dos povoamentos, do tipo de povoamento, do uso final da madeira, das máquinas, dos equipamentos e dos recursos disponíveis (FIEDLER, 1995).

Segundo a classificação da Food and Agriculture Organization (FAO), citada por STÖHR (1978) e atualizada por MACHADO (1985), os principais sistemas de colheita de madeira são:

### **2.4.1. Sistema de Toras Curtas**

É um sistema no qual as árvores são abatidas, desganhadas, destopadas e traçadas na área de corte, sendo as toras resultantes, de comprimento que

variam de 1 a 6 metros, enleiradas e empilhadas no mesmo local. Machado (1989), relata que esse sistema apresenta grande eficiência nos desbastes e, segundo o mesmo autor, uma outra vantagem desse sistema, seria a facilidade de manuseio da madeira dado ao menor comprimento das toras. Segundo Lira Filho (1993), a utilização desse sistema, em terrenos com topografia acidentada, pode gerar danos ao ecossistema florestal. Nesse aspecto, Costa (1990) relata que o pisoteio de animais concentrados em trilhas durante o transporte direto, em regiões acidentadas, compacta o solo e facilita o escoamento superficial, possibilitando o surgimento de erosão.

#### **2.4.2. Sistema de Toras Compridas**

É um sistema pelo qual as árvores são abatidas, desgalhadas e destopadas no canteiro de corte, sendo, a seguir, arrastadas para a margem das estradas ou pátio de estocagem, em forma de fuste ou em toras com comprimento superior a 6 metros (MACHADO,1985). No caso do arraste, a madeira, na sua totalidade ou parte dela, é transportada em contato com o solo. A forma de extração nesse sistema gera impactos de grandes proporções para o ecossistema, uma vez que contribui para o aparecimento de camadas adensadas e formação de sulcos no solo, agravando, assim, os processos erosivos (SILVA, 2008).

#### **2.4.3. Sistema de Árvores Inteiras**

Nesse sistema, a árvore é abatida e extraída para as margens da estrada ou pátio de processamento, sendo nesse local processada, ou seja, desgalhada e traçada. Segundo Lira Filho (1993), esse sistema tem sido adotado com sucesso em florestas plantadas de coníferas, sobretudo em condições de melhor grau de mecanização.

A utilização desse sistema acarreta grandes transtornos ao meio ambiente, pelo fato de não contribuir para a reciclagem de nutrientes. Nesse aspecto, os minerais presentes nas folhas, na casca e nos galhos acabam

sendo transportados para as margens da estrada e daí perdidos, empobrecendo assim o ecossistema florestal (FREITAS, 2004).

#### **2.4.4. Sistema de Árvores Completas**

É o sistema pelo qual a árvore é arrancada com parte de seu sistema radicular, sendo, em seguida, arrastada para o local de processamento, ou seja, para a margem da estrada ou pátio temporário, onde são feitos o desganhamento e o traçamento. A adoção desse sistema exige condições topográficas, edáficas e climáticas favoráveis (MACHADO, 1989). O arraste das árvores com parte do sistema radicular causa ainda danos mais severos às brotações quando comparado ao sistema de árvores inteiras. O sistema de árvores completas, além de não contribuir para a reciclagem de nutrientes, é responsável pela exposição de grande área de solo às intempéries, o que agrava os processos erosivos. Assim, o referido sistema pode ser considerado de alto poder impactante, principalmente no que tange aos meios físico e biótico.

#### **2.4.5. Sistema de Cavaqueamento**

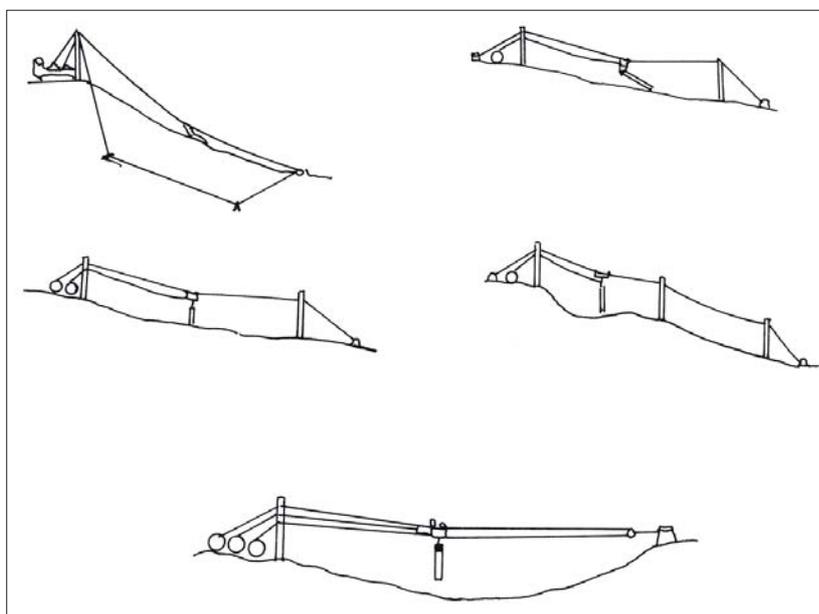
Nesse sistema, a árvore é derrubada, sendo, no mesmo local, processada em forma de cavacos, os quais são levados para a margem da estrada, pátio de estocagem ou diretamente para indústria. O cavaqueamento pode ser processado basicamente de três formas (MACHADO *et alli*, 2008):

- ✓ cavaqueamento integral (verde):  
Quando a árvore inteira é transformada em cavacos.
- ✓ cavaqueamento parcial com casca (marrom):  
Quando o fuste com a casca é transformado em cavacos, porém sem a galhada.
- ✓ cavaqueamento parcial sem casca (branco):  
Quando apenas as toras descascadas são transformadas em cavacos.

A adoção desse sistema pode causar grande impacto ao meio ambiente, principalmente, no caso do cavaqueamento integral, o qual possibilita a retirada de minerais do ecossistema e, até mesmo, sua exaustão, podendo comprometer, dessa forma, o crescimento da futura floresta. O melhor aproveitamento do material lenhoso e a possibilidade de poder-se eliminar algumas operações de corte, são algumas vantagens desse método (MACHADO, 1989).

## 2.5. Extração por Cabos Aéreos

O processo de movimentação de toras até a máquina ou o pátio, enquanto a máquina encontra-se estacionada, é chamado *Yarding*. Este termo é geralmente aplicado a sistemas de cabos que, na teoria, são capazes de realizar um levantamento vertical. Isto significa que as toras podem ser, ao menos, suspensas parcialmente durante parte do ciclo de transporte (CONWAY, 1976) (Figura 1).



Fonte: SEIXAS (2008).

Figura 1 - Esquemas de extração por cabos aéreos.

Um elemento que todos os sistemas de cabos aéreos têm em comum é o *yarder*, o qual é a fonte de potência do sistema. Os *yarders* geralmente são

movidos a diesel, com motores variando de 90 a 700 HP. Um *yarder* tem de um a quatro tambores, os quais armazenam os cabos de aço e são responsáveis pela transferência de força (SEIXAS, 2008).

Segundo Conway (1976), nas regiões norte e noroeste dos Estados Unidos, os sistemas de cabos possibilitam a colheita de madeira em terrenos inclinados tornando desnecessária a construção de estradas para a extração das toras. Uma vez que se utilize um sistema de cabos corretos, as toras são mantidas suspensas acima do solo, o que resulta em menores danos aos solos.

Conforme Souza (1985), os sistemas de extração por cabos podem ser classificados em:

- . sistema de cabos de arraste (as toras podem estar parcialmente levantadas ou totalmente apoiadas no solo);
- . sistema de cabos aéreos (neste sistema, as toras podem estar parcialmente levantadas ou totalmente suspensas do solo).

O sistema de cabos aéreos pode ser classificado quanto ao vão (vão único ou vão múltiplo) e quanto ao movimento do cabo de sustentação (fixo, móvel ou semimóvel).

Trabalhos citados por Machado *et alli* (2008) apontam que estes sistemas, quando utilizados em condições apropriadas, trazem a vantagem da rapidez sobre o arraste no terreno e, além disso, por utilizarem uma área menor que a utilizada pelo arraste, causam menos impactos ao meio ambiente. Entretanto, apresentam como principal desvantagem o elevado capital inicial e os altos custos operacionais.

Além disto, a extração por meio de cabos aéreos também pode ser usada em terrenos alagados onde os tratores florestais são inoperantes (CONWAY,1976).

## **2.6. Princípios de Ergonomia Aplicados ao Trabalho Florestal**

A ergonomia objetiva estudar a capacidade e os limites de produção dos trabalhadores, bem como a recíproca adaptação entre o ser humano e o seu local de trabalho, levando-o a um melhor preparo, treinamento e a uma

especialização, adequando-o a métodos, técnicas e sistemas de trabalho, bem como às condições do local (CZIULIK *et alii*, 1989; GRAMMEL, 1994).

Pelo menos duas finalidades da ergonomia são citadas por Wisner (1994): a) melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores e b) concepção e funcionamento satisfatórios do sistema técnico, do ponto de vista da produção e da segurança. Para alcançar essas finalidades, Porto (1994) cita que são estudados os diversos aspectos do comportamento humano e outros fatores importantes para o sistema de trabalho, a saber:

- O ser humano, com suas características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais, inter-relacionando à influência de sexo, idade, treinamento e motivação;

- A máquina, que, como ajuda material ao trabalho do ser humano, engloba equipamentos, ferramentas, mobiliários e instalações;

- O ambiente, com suas características físicas durante o trabalho, em que são avaliados clima, ruído, vibrações, cores, radiações e iluminação;

- As informações, como comunicações entre os elementos de um sistema (transmissão, processamento e tomada de decisões);

- Organização, como junção dos elementos abordados no sistema produtivo, analisando-se os aspectos de horário, jornada de trabalho, formação de equipes, ritmo, cadência e conteúdo da tarefa;

- Para se ter uma idéia das características da mão-de-obra e das condições de trabalho na empresa, torna-se necessário conhecer o perfil de seus trabalhadores e a opinião deles acerca das condições de trabalho oferecidas pela empresa. Além disso, muitas máquinas, importadas ou nacionais, utilizadas na colheita de madeira não se enquadram em determinados padrões técnicos de segurança, acesso, visibilidade, posição e compatibilidade de controles, iluminação para o campo de trabalho, nível de ruído e vibração, clima no posto de trabalho e projeto e posição de assentos.

Para atender a todo esse contexto, existem estudos que levam em conta as vantagens obtidas do relacionamento entre empresa e trabalhador, bem como no processo de fabricação, adaptação e melhoria de máquinas. Deste

modo, citam-se a seguir alguns fatores ergonômicos de importância no processo de mecanização florestal:

### **2.6.1. Perfil dos Trabalhadores**

O estudo do perfil consiste em um levantamento a respeito do trabalhador na empresa, analisando-se variáveis como idade, estado civil, escolaridade, origem, treinamento para a atividade, tempo de trabalho na empresa, trabalho anterior em outras empresas e experiência anterior em funções semelhantes à atual, dentre outros. A análise do perfil do trabalhador é importante para se conhecer a mão-de-obra na empresa. O conhecimento das características do trabalhador, juntamente com suas condições de trabalho na empresa, é útil na implementação de melhorias, do ponto-de-vista social e de novas técnicas de treinamento, dentre outros (GRANDJEAN, 1982).

A idade influencia o rendimento do trabalho. A máxima capacidade física do trabalhador, segundo a FAO, citada por Grandjean (1982), é atingida aos 20 anos, e após os 35 esta capacidade declina rapidamente até a um nível em torno de 60 %, aos 60 anos de idade. Essa queda de produtividade, com o aumento da idade, pode ser compensada em parte pela habilidade e em parte pela experiência do trabalhador.

O tempo de trabalho na empresa pode ser considerado um ponto positivo no conhecimento que o trabalhador tem das características do trabalho e das normas da empresa. O maior tempo de trabalho em uma mesma função pode ser positivo com relação à experiência na atividade (IIDA, 1990).

O nível de escolaridade influencia principalmente na absorção das técnicas enfocadas em treinamento e reciclagem. O maior nível de escolaridade, segundo Barnes (1977), pode proporcionar a obtenção de mão-de-obra mais qualificada, havendo maior facilidade de controle e manutenção da máquina. A origem do trabalhador, no caso de operadores de máquinas, pode influenciar a habilidade para a função, segundo SANT'ANNA (1992). Em regiões onde as atividades rurais são, pelo menos, parcialmente mecanizadas, os trabalhadores de origem rural, supostamente, têm maior afinidade para

exercer essas funções. Deve-se considerar, nestas observações, que o trabalho florestal é atividade tipicamente rural. As regiões urbanas de cidades onde a economia se baseia em atividades afins à florestal também tendem a ter mão-de-obra mais voltada para esse setor.

### **2.6.2. Condições de Trabalho na Empresa**

As condições de trabalho na empresa, como a duração da jornada de trabalho; o controle por parte do operador sobre o ritmo de trabalho e a liberdade para pequenas pausas; o esforço físico e mental exigido pelo trabalho; a escolha do trabalho; a troca de máquinas entre operadores; o treinamento e a reciclagem recebidos; a repetição do trabalho e as preferências por elementos do ciclo de trabalho, são fatores que influenciam diretamente na satisfação do operador pelo trabalho, a produtividade do operador e a manutenção do sistema ser humano/máquina em funcionamento. Como consequência de condições de trabalho inadequadas, os operadores podem apresentar sérios problemas de saúde (IIDA, 1990).

Deve-se acrescentar, ainda, que é importante que a empresa tenha conhecimento profundo das condições de trabalho e suas consequências e da satisfação do trabalhador em tais condições, a fim de estabelecer melhores critérios de aquisição de mão-de-obra e equipamentos, proporcionar um melhor relacionamento entre trabalhadores, em geral, e a administração e estabelecer mudanças com vistas a favorecer as relações de trabalho (IIDA, 1990).

Nessas análises, pode-se levar em conta também a posse da Carteira Nacional de Habilitação por parte dos trabalhadores que operam máquinas, pois esta pode facilitar tanto o treinamento quanto o próprio trabalho com as máquinas florestais, já que o operador habilitado foi submetido a exames de saúde e testes, por exemplo, psicotécnicos, de direção etc (IIDA,1990).

### **2.6.3. Acesso ao Posto de Trabalho**

O posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação da máquina podem, muitas vezes, ser causa de acidentes (ROBIN,

1987). Dimensões dos degraus, distância entre estes e altura do primeiro degrau ao solo e do último à plataforma da máquina devem ser projetados de acordo com as variáveis antropométricas dos operadores (GRANDJEAN, 1982; ROBIN, 1987; IIDA, 1990).

Os degraus devem ser desenhados e posicionados de forma a não serem atingidos e danificados durante a operação da máquina. De acordo com as normas suecas para máquinas florestais, citadas por ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990), o ideal é que os degraus de acesso à máquina retraiam-se automaticamente para uma posição segura durante a movimentação.

#### **2.6.4. Posto de Trabalho do Operador de Máquinas**

Em muitas máquinas florestais em uso no Brasil existem vários problemas para o operador em seu posto de trabalho, os quais causam extremo desconforto e acabam diminuindo muito o rendimento e aumentando a fadiga, o que leva, muitas vezes, o trabalhador ao estresse.

Estação de trabalho ou posto de trabalho é o espaço formado pelo conjunto de dispositivos de informações e de controles, mais o espaço gerado pelo deslocamento do operador ou de seus membros na execução da tarefa (MENEZES, 1976). Para evitar fadiga, o operador deve, segundo ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990), ser capaz de se sentar com conforto, adotando uma postura correta, principalmente com relação ao uso de músculos e juntas. Devem ser evitadas torções, abaixamentos e outros movimentos desconfortáveis.

No correto dimensionamento do posto de trabalho devem ser considerados a postura adequada do corpo, os movimentos corporais necessários, o alcance dos movimentos, as características antropométricas dos operadores, as necessidades de iluminação e ventilação e as dimensões das máquinas e dos equipamentos. Conforto, bem-estar físico e desempenho do operador sofrem fortes influências do dimensionamento físico das estações de trabalho (MENEZES, 1976; SIQUEIRA, 1976; MORAES, 1983; SOUZA, 1983; IIDA, 1990).

As características antropométricas dos operadores são influenciadas pelas diferenças étnicas, pelo tipo de atividade exercida pela pessoa, pela faixa etária, pela época e pelas condições especiais (com vestimentas, sapatos etc.). Em máquinas e equipamentos, existem muitos problemas de adequação ao corpo do trabalhador, do ponto de vista dimensional. Estas situações ocorrem em razão das considerações errôneas do projetista no dimensionamento e da falta de pesquisas (SERRANO, 1987 e IIDA, 1990).

O correto dimensionamento do posto de trabalho deve permitir, segundo ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990), que, dentro da cabine, haja espaço suficiente, de modo que qualquer operador, independentemente de sua compleição física e seu peso, possa adotar posições de trabalho confortáveis e dispor de lugar para pertences pessoais. Para esses autores, cabinas muito largas também causam problemas e podem prejudicar a perfeita visão de tudo o que é necessário, para que o operador realize seu trabalho.

Alguns objetos apresentam problemas de adaptação ao nosso organismo, do ponto-de- vista dimensional. Isso, segundo Sell (1989), pode provocar aumento de erros, acidentes, fadiga e desconforto. Para esse autor, máquinas e ferramentas fabricadas em outros países nem sempre são adaptadas ao trabalhador brasileiro. Mesmo as projetadas aqui, muitas vezes, são baseadas em medidas de outros países, porque ainda há insuficiência de pesquisas locais.

#### **2.6.5. Assento das Máquinas**

O espaço funcional a ser ocupado pelo operador humano deve ser definido, em relação à anatomia, ao tamanho e à forma do homem. Um dos mais importantes requisitos, a que um mecanismo tem de satisfazer, consiste em assegurar que o operador fique em uma posição confortável e sempre à vontade, sem ter que se agachar ou inclinar-se para a frente ou sentado na beirada do assento, e sem ser obrigado a manobrar simultaneamente dois comandos, colocados diante dele, em posições extremas. As forças requeridas para mover alavancas, fazer girar volantes ou premir pedais são elementos da maior relevância na concepção da máquina (MURRELL, 1979)

Quando uma operação tiver de ser ou puder ser executada por uma pessoa sentada, deverá existir para esta pessoa um assento, cujos projeto, construção e dimensões sejam adequados tanto a ela quanto à tarefa. Deve haver, também, uma inclinação entre assento e encosto superior a 90 graus, para forçar o tronco contra o encosto, de modo a fazer uso total do assento. As posturas incorretas mais frequentes são aquelas em que o indivíduo afunda no assento ou quando se inclina para um lado, ambas fatigantes e prejudiciais à saúde (IIDA, 1990).

Quando o trabalhador está sentado, o assento deve facilitar e não o obrigar a manter uma boa postura (BARNES, 1977). Para Grandjean (1982), o objetivo principal do assento é, além de aliviar o peso dos pés, apoiar o trabalhador de modo que ele possa manter uma postura estável durante seu trabalho e, assim, relaxar os músculos não exigidos pela tarefa.

A respeito do projeto do assento, Mccullough (1987) cita que este deve ser projetado para eliminar o desconforto causado por pressões desnecessárias na parte inferior das coxas e pela restrição do fluxo de sangue nas nádegas, em virtude da má distribuição do peso do indivíduo. Sentar-se durante longo período de tempo, numa mesma posição, causa sensações desagradáveis. Dessa forma, o projeto do assento deve permitir que o operador assumira diversas posições durante o período de trabalho, sem perda do apoio necessário. Quando se negligenciam alguns desses princípios, há a tendência de predominar desconforto, o que pode vir a causar consideráveis ineficiências e insatisfações no trabalho.

A respeito do material de revestimento, geralmente é usado algum tipo de mola ou espuma, visando distribuir a carga do corpo no assento e, assim, haver redução na pressão em pontos isolados. No entanto, se o revestimento for muito macio, haverá o perigo de o corpo não ter mais o apoio necessário, e, de o trabalho da estabilização cair, mais uma vez, sobre os músculos. A altura do assento, quando não ajustável, deve ser projetada para a pessoa mais baixa, já que pessoas mais altas têm condições de usar o assento feito para os mais baixos, e a recíproca não é verdadeira (IIDA,1990).

O mesmo ocorre com relação a outras dimensões, como profundidade e largura do assento, que devem servir a baixos e a gordos, respectivamente. Já o espaço para as pernas deve ser adequado para os mais altos. Mesmo que algum membro do ser humano seja de comprimento médio, suas outras dimensões não o serão, ou seja, o homem médio, na realidade, não existe. Então, o que deve ser considerado nos projetos é a porcentagem da população à qual se pretende servir (PALMER, 1976; GRANDJEAN, 1982).

O assento raso permite ao corpo inclinar-se na altura dos quadris, quando se movimenta para frente, enquanto um assento profundo tende a impedir que isto ocorra, forçando o corpo a inclinar-se a partir da cintura, curvando a coluna e prejudicando a postura. O assento profundo tende também a impedir a circulação do sangue na parte inferior da coxa, próximo aos joelhos. Deve existir um apoio para as costas que tenha condições de suportar a parte inferior da coluna. O assento não deve possuir encostos ou barras situadas a alturas inferiores a 15 cm do mesmo (BARNES,1977).

A respeito da fatigabilidade dos músculos, Vernon, citado por IIDA (1990), chegou à conclusão, em seus estudos, de que mudanças de postura retardam o início da fadiga muscular provocada pelo trabalho. Isso vem, mais uma vez, corroborar com a idéia de que um assento deve permitir ao operador mudanças de postura durante a execução do trabalho.

A altura do assento não deve ultrapassar a altura popliteal (distância que vai do piso até a parte de dentro do joelho dobrado em ângulo reto). Caso contrário, haverá pressão excessiva na parte de baixo da coxa. A profundidade do assento deve ser menor que a distância entre a parte posterior da nádega e a parte interior da perna. Com relação à largura, esta é determinada em grande parte pela necessidade de se ter espaço suficiente entre os quadris e a parte inferior do tronco (PALMER,1976; GRANDJEAN,1982 e IIDA, 1990).

O assento deve ter ajuste em altura, distância e comprimento. A inclinação assento/encosto deve ser ajustável de 90 a 110 graus. O apoio para os braços deve ser ajustável em altura. Tais variáveis do assento e de apoio para os braços devem ser dimensionadas de acordo com os padrões antropométricos dos trabalhadores da região (ARBETSMILJÖINSTITUTED *et*

*alii*, 1990). A respeito das vantagens dos assentos, deve-se salientar que um desenho de assento apropriado pode reduzir a fadiga e promover aumento de produtividade de seu ocupante, além de poder economizar tempo e energia. Além disto, assentos inadequados podem ser causa de moral baixo, interferindo na operação ótima de um equipamento e reduzindo a eficiência do operador (IIDA, 1990).

#### **2.6.6. Projeto e Compatibilidade de Controles e Instrumentos**

A habilidade do homem em exercer um controle sobre a máquina depende de suas capacidades psicomotoras e de variáveis antropométricas. Devem ser levadas em consideração, no projeto de máquinas, as diferenças individuais, para que sejam acionadas por determinada classe da população. Os controles devem ser de fácil identificação, com número de erros de acionamento reduzido e que haja um tempo médio requerido para acionamento, determinando influências no desempenho do operador e redução do tempo requerido para treinamento (IIDA, 1990). Este autor acrescenta, ainda, que a localização dos controles e comandos deve ser projetada de forma que os braços os alcancem dentro de seu raio normal de ação, sem que o operador precise curvar o dorso ou deslocar o corpo, evitando-se, assim, maior fadiga e maior tempo na execução das tarefas.

Com relação aos comandos movimentados pelas pernas, estes podem ser de maior exigência de força, desde que seja observada a posição ideal que permita esta movimentação exata (VERDUSSEN, 1978; IIDA, 1990). Deverá ser levada em conta, segundo Grandjean (1982), a perfeita adaptação do controle à parte do corpo que o irá acionar, permitindo uma posição normal e um contato firme e cômodo.

A forma dos mesmos deve permitir imediata identificação visual ou por tato. Os controles, segundo esse autor, devem ser compatíveis (normalmente, nos controles de botão (girar), a movimentação no sentido horário serve para ligar, aumentar ou abrir). Num controle próprio para situações de emergência, a posição no painel deve ser destacada, inconfundivelmente assinalada e, em muitos casos, protegida contra acionamento involuntário (IIDA e WIERZZBICKI,

1978). Estes autores, estudando a compatibilidade dos controles, chegaram às seguintes conclusões acerca dos comandos incompatíveis:

- O tempo consumido para o aprendizado de operação do equipamento é maior.

- Em situação de emergência, o risco de acidentes é maior, pois o operador tende a executar os estereótipos populares, por mais bem treinado que esteja.

- O rendimento é reduzido, mesmo quando o operador se ocupa com os mais elementares trabalhos mentais, pois exigem maior atenção.

- Todos os controles usados para um mesmo fim, por exemplo ligar a máquina, devem ser movidos no mesmo sentido, principalmente para prevenir acidentes nas emergências.

- Os mesmos tipos de movimentos de controles devem ser usados para todas as partes do equipamento, em especial quando é necessário o operador se mover de uma parte para outra.

- Quando se têm controles associados a mostradores, os da esquerda devem ser operados por comandos localizados à esquerda, e, com os da direita, localizados à direita.

### **2.6.7. Clima no Posto de Trabalho**

As condições climáticas têm grande efeito sobre o rendimento do trabalho do operador. Edholm (1968) cita que as condições necessárias à existência de conforto correspondem a um estado térmico neutro, em que a grande maioria dos trabalhadores não tem razão de se queixar do ambiente. Tal condição existe quando não há calor nem frio em excesso, a umidade não é muito alta nem há demasiada secura do ar, não ocorrem correntes fortes de vento e nem a atmosfera é abafada. O referido autor salienta também que uma ventilação apropriada é essencial.

Ainda que o calor irradiado não possa ser totalmente eliminado, o abaixamento da temperatura do ar e seu aumento, dentro de razoáveis limites de movimento, aumentarão a perda de calor. Portanto, haverá conforto para o

trabalhador. O movimento do ar não deve ser excessivo, sendo um limite de 30 a 50 metros por minuto (1,8 km/h) aconselhável (EDHOLM, 1968).

Quando o clima é desfavorável, ocorrem indisposição e fadiga, diminuindo a eficiência e aumentando os acidentes. Segundo Grandjean (1982), quando o trabalhador é obrigado a suportar temperaturas elevadas, o rendimento do trabalho cai. Os riscos compreendem não só a diminuição do rendimento, mas também a prostração, em virtude do calor, ou mesmo, da insolação.

Em estudos realizados em uma mina de carvão na Inglaterra, Vernon e Bedford, citados por IIDA (1990), demonstraram que há pequeno aumento no tempo de carregamento de vagões, quando a temperatura aumenta de 19 para 28°C, verificando também aumento no tempo de pausas, principalmente acima de 24°C. Além das atividades físicas, as atividades que exigem concentração mental também são influenciadas pelo clima, segundo estudos feitos por Mackworth, citado pelo mencionado autor, em que é constatado que os erros cometidos por um telegrafista, interpretando determinado código, aumentam sensivelmente à temperatura acima de 34°C. Tal aumento é bem mais pronunciado na terceira hora de trabalho do que na primeira, consideradas as mesmas condições térmicas.

Segundo NR-17 (2009), a condição de conforto térmico é delimitada pelas temperaturas efetivas entre 20 e 23°C, com umidade relativa do ar não inferior a 40% e velocidade do ar não superior a 0,75 m/s. Além disto, quanto às temperaturas, as diferenças das mesmas não devem ser superiores a 4°C (IIDA, 1990).

#### **2.6.8. Visibilidade para o Campo de Trabalho**

A visibilidade do operador não pode sofrer interferência por vidros embaçados, estar obstruída por telas estreitas, braços e mangueiras hidráulicos e acionador do limpador de para-brisas, dentre outros. O campo de visibilidade necessário à operação, segundo Grandjean (1982), deve estar relacionado com a função da máquina, variando de acordo com o ciclo de trabalho.

### **2.6.9. Iluminação do Campo de Trabalho**

Na mecanização intensiva na colheita de madeira, há necessidade de haver maior eficiência no uso da máquina, por causa dos altos custos envolvidos. Além disso, muitas vezes, para suprir a demanda de madeira da empresa, é necessário o trabalho noturno. O aparelho visual fornece informação sensitiva extremamente precisa, no entanto, o grau de iluminação é muito importante na apreensão do que se vê. Dessa forma, uma luz apropriada é necessidade primordial em qualquer local de trabalho (IIDA, 1990).

Não basta a intensidade adequada de luz, é necessário também que exista um contraste luminoso bem ajustado entre a máquina e o pano de fundo, com ausência completa de qualquer brilho que ofusque. O tempo adequado para percepção do estímulo é influenciado pela luz e pelas características do próprio objeto, ou seja, quanto melhor a luz, mais curto será o tempo necessário para uma visibilidade exata. Para Palmer (1976), existem dois fatores importantes na iluminação, a saber: luz suficiente no posto de trabalho e eliminação completa de qualquer brilho que provoque ofuscamento. Esse autor cita, ainda, que, na maioria das vezes, a claridade em uma atividade é insuficiente.

Com relação à iluminação, Mccullough (1987) menciona que a sua dosagem correta é um fator que ajuda a reduzir acidentes de trabalho, a reter o pessoal treinado na empresa e a diminuir o número de erros operacionais. O fator mais relevante a ser considerado no estudo dos aspectos humanos da iluminação é a determinação da relação entre o nível ideal de iluminação e o tipo de trabalho, isto é, qual é a quantidade de luz de que se deve dispor para a realização da tarefa, obtendo o máximo rendimento e conforto do operador.

No caso do trabalho em máquinas florestais, um nível de iluminamento de 200 a 300 lux pode ser recomendado. Deve ser levado em conta também o contraste entre o local focalizado, suas imediações e a presença de brilho no campo visual. No controle da iluminação deve ser levada em consideração a necessidade de evitar a distração visual, a fadiga e o desconforto da visão (IIDA e WIERZZBICKI, 1978).

As repercussões comprovadas de iluminação deficiente caracterizam o quadro de fadiga visual. Quando um objeto não estiver sendo adequadamente visualizado, isso pode ser devido a um tamanho muito pequeno para aquela distância, a uma iluminação deficiente, a um contraste inadequado de seus limites, a uma diferença importante de brilho no campo visual ou a um tempo insuficiente para sua focalização adequada (IIDA, 1990).

#### **2.6.10. Ruído**

O ruído é um som, ou complexo de sons, que causa sensação de desconforto. Afeta física e psicologicamente o ser humano, causando lesões irreversíveis ou tornando o trabalhador verdadeiramente neurótico (VERDUSSEN, 1978; GRANDJEAN, 1982; MCCULLOUGH, 1987; IIDA, 1990). O conhecimento acerca da sensação de desconforto causada pelo ruído, em níveis elevados, é antigo. Edholm(1968) cita que o ruído constitui um problema por ser aborrecedor, podendo perturbar o trabalho ou interferir nele e, finalmente, chegar a causar a surdez do operador. Esta última pode ocorrer também como resultado de uma prolongada exposição diária a níveis de ruído, que são considerados toleráveis.

Conforme NR-15 (2009), o Anexo 1 dessa Norma Regulamentadora estabelece que os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, com jornada de 8 horas/dia, não devem ultrapassar o limite de 85 dB(A) (Quadro 1). Além disto, a referida Norma Regulamentadora acrescenta que, se entende por ruído contínuo ou intermitente, para os fins de aplicação de limites de tolerância, o ruído que não seja aquele de impacto, bem como os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora (decibelímetro), operando na curva “A” de compensação (curva de resposta que melhor se aproxima do ouvido humano) e circuito de resposta lenta (Slow).

Quadro 1 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, sem o uso de EPI, em função do tempo de exposição.

Nível Máximo de Ruído – dB(A)	Tempo de Exposição
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo 1 (NR-15, 2009).

Por outro lado, conforme NR-15 ( 2009), em seu Anexo 2, entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo. Os

níveis de impacto deverão ser avaliados, também, em decibéis (dB), usando-se, um decibelímetro, operando no circuito linear e circuito de resposta para impacto. Além disto, o limite de tolerância para ruído de impacto será de 130 dB(A), linear, bem como nos intervalos entre os picos, o ruído existente deverá ser avaliado como ruído contínuo.

Ainda, de acordo com aquela Norma Regulamentadora e referido Anexo, em caso de não se dispuser de medidor do nível de pressão sonora com circuito de resposta para impacto, será válida a leitura feita no circuito de resposta rápida (Fast), operando na curva “C” de compensação (curva de resposta que melhor se aproxima do ouvido humano), para ruído de impacto. Neste caso, o limite de tolerância será de 120dB(C). Em ambos os casos (ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto), as leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador e os tempos de exposição, aos níveis de ruído, não devem exceder os limites de tolerância fixados por aquela Norma Regulamentadora em seus Anexos 1 e 2 (NR-15, 2009).

O risco de problemas auditivos causados pelo ruído é determinado pelo nível de som, pela frequência e pelo tempo de exposição (PMAC,1994). A permanência em locais de trabalho que apresentam níveis de ruído de 85 a 90 dB(A) oferece, segundo Verdussen (1978), grande risco de surdez, o qual aumenta em função da dependência da frequência dos sons e do tempo de permanência nessa situação. Para esse autor, a exposição, por tempo superior a cinco horas, a ruídos que atinjam 110 dB(A), tem consequências bastante graves; já a 160 dB(A) ocorre surdez imediata e irreversível. Pela legislação brasileira de atividades e operações insalubres (NR-15, 2009), o nível máximo de ruído para uma exposição de oito horas diárias é igual a 85 dB(A) e para cada aumento de 5 dB(A) no nível de ruído acima deste limite, o tempo de exposição deve ser reduzido pela metade.

Estudos mais recentes discordam da norma brasileira em termos do tempo de exposição e da atenuação causada pelo equipamento de proteção em uso. De acordo com dados do PMAC (1994), deve ser analisado o nível de ruído a que o trabalhador está exposto. Tendo-se noção da real atenuação causada pelo equipamento de proteção individual (EPI) em uso, deve-se tirar

deste valor o atenuado. Ainda assim, sendo maior que os níveis máximos recomendados, deve ser diminuída a jornada de trabalho.

#### **2.6.11. Exaustão de Gases e Poeira.**

Muitas máquinas florestais em uso no Brasil apresentam problemas com relação a posicionamento, altura e distância do escapamento até o operador. Em muitas situações, no simples deslocamento da máquina, sem presença de vento direcionado ao posto de trabalho, os gases de exaustão atingem o operador. O projeto da cabine deve manter do lado externo os gases de exaustão e a poeira o quanto possível. A migração destes gases para dentro da cabine ocorre em razão do mau posicionamento do sistema de exaustão e da inadequada vedação da cabine. Este último item predispõe o posto de trabalho a concentrações elevadas de poeira (ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii*, 1990).

#### **2.6.12. Vibração**

Segundo Astete (1995), vibração é movimento, oscilação, balanço de objetos, de coisas. Quando, por meio do tato, sentimos a oscilação de uma corda de violão, sabemos, intuitivamente, o que é uma vibração. As vibrações são transmitidas por meio das partes do corpo que estão em contato mais direto com a fonte de vibrações, geralmente as nádegas, mãos, braços e os pés (ASTETE,1995 e ROBIN,1987). A este respeito, NR-15 (2009), em seu Anexo 8, estabelece que os limites de tolerância são aqueles definidos pelas Normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349 ou suas substitutas.

Deve-se acrescentar, ainda, que os efeitos das vibrações variam desde o enjoo, passando por sensações de desconforto, até danos físicos consideráveis. Além disto, as vibrações caracterizam-se por possuir formas de onda correspondentes a um movimento harmônico simples ou complexo, porém, a maior parte do que se conhece a respeito de seus efeitos sobre o homem, provém de pesquisas efetuadas com formas de ondas simples, distinguindo-se três faixas (ROBIN, 1987):

- Frequências baixas - 1 a 6 Hz.
- Frequências médias - 6 a 60 Hz,
- Frequências altas - acima de 60 Hz.

O princípio de análises de vibrações está embasado, segundo Mirshawka (1977), na idéia de que as estruturas das máquinas excitadas pelos esforços dinâmicos dão sinais vibratórios cuja frequência é idêntica àquela dos esforços que os tinham provocado, e, a medida global, tomada em algum ponto, é a soma das respostas vibratórias da estrutura aos diferentes esforços excitadores. A vibração pode ser medida mediante captadores colocados em pontos particulares na máquina. Dessa forma, podem-se registrar as vibrações transmitidas pela estrutura à máquina e, graças ainda à sua análise, identificar a origem dos esforços aos quais ela está submetida. Comparando a resposta gráfica correspondente à vibração da máquina, quando ela era nova, com as registradas nas medições atuais, pode-se, por comparação, apreciar a evolução de seu estado ou identificar o aparecimento de esforços dinâmicos novos, consecutivos a uma degradação em processo de desenvolvimento.

Desde o princípio da mecanização, segundo Robin (1987), observam-se danos na coluna vertebral do ser humano, consequentes do seu trabalho. Para melhor entendimento das consequências desses problemas, é necessário o conhecimento de alguns aspectos de fundamental importância ligados à vibração mecânica. Com relação à vibração a alta frequência, Warkotsch (1994) cita que esta é mal tolerada e, dessa forma, é necessário projetar a máquina com instrumentos apropriados para diminuir impactos.

O conhecimento dos problemas decorrentes da vibração é antigo. Edholm (1968) concluiu que os nervos periféricos de homens que manejavam perfuradores potentes durante longo período ficavam lesados. Quanto mais alta a frequência vibratória, mais baixa será a amplitude tolerada. O que se conclui é que, raramente, as vibrações têm uma única frequência. Usualmente, são compostas de várias, porém é normal que uma frequência predomine, isto é, tenha maior amplitude que as outras.

A diminuição das vibrações pode ser conseguida, segundo Mirshawka (1977), por meio de lubrificações e manutenções periódicas das máquinas e

dos equipamentos. Um assento confortável também minimiza o problema. Além disso, o trabalhador deve ser protegido com luvas e botas. Quando os efeitos das vibrações forem por longo período, devem ser programadas pausas para evitar a exposição contínua do trabalhador, dependendo da duração, da frequência, das características das vibrações e das demais condições de trabalho. A Norma ISO 2631, para vibração global do corpo humano, estabelece os limites de tempo de exposição para critérios de fadiga, desempenho e desconforto do operador.

### **2.6.13. Acidentes**

Acidente é qualquer acontecimento que interrompa o processo ordenado de determinada atividade ou nele interfira. Pela Sociedade Americana de Engenheiros Automotivos (ASAE), é considerado acidente, do ponto de vista legal, quando se precisa de cuidados médicos e ocorre incapacidade permanente ou quando a vítima não pode voltar ao trabalho ou executar todas as atividades normais. A maquinaria agrícola ocupa o terceiro lugar em número de acidentes com óbito, depois dos minerais e da construção civil (CANAVATE e HERNANZ, 1989).

No Brasil, em geral, têm-se muitos problemas sociais. Considerando o trabalho florestal, por se localizar em áreas rurais, normalmente distantes dos povoados, na maioria das vezes a empresa fica na obrigação de arcar com maiores custos sociais da mão-de-obra, destacando-se um transporte digno para os funcionários e alimentação de boa qualidade, dentre outros (PETTERSON, 1987). Tais características influem muito no rendimento, na qualidade do trabalho, na satisfação do trabalhador para com a empresa e, conseqüentemente, no índice de acidentes.

O máximo de acidentes ocorre entre os 15 e os 19 anos, ou seja, na idade em que se inicia o trabalho na atividade, com nível de treinamento baixo, em que normalmente se desprezam os riscos que a atividade proporciona. O mínimo de acidentes, segundo estatísticas feitas na Espanha, ocorre entre os 40 e 44 anos. Mais de 50% dos acidentes ocorrem com pessoas com menos de 20 anos ou mais de 60. Este é um dado importante, que deve ser levado em

conta nas atividades preventivas para a seleção de pessoal na empresa. Os acidentes aumentam os problemas de saúde dos trabalhadores, contribuindo para baixa produtividade, baixa motivação para o trabalho, baixo nível do trabalho e alto desgaste de equipamentos e máquinas e dos próprios trabalhadores (CANAVATE e HERNANZ, 1989).

## **2.7. Fatores Ambientais Relacionados com a Atividade de Colheita Florestal**

No Brasil, em geral, os reflorestamentos são efetuados com plantios de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., que são espécies de rápido crescimento, o que implica em impactos ambientais devido, principalmente, à eliminação das formações vegetais naturais, à redução da biodiversidade e à exposição temporária do solo (DURAFLORE, 1990).

A interação de inúmeros e complexos fatores, tais como ambiental, econômico, ecológico e social, interfere de forma dinâmica nas condições de extração florestal, impondo a necessidade de um planejamento detalhado das operações, visando identificar e controlar os efeitos adversos, com a antecedência necessária para o seu equacionamento. De acordo com Wadouski (1987) citado por Lira Filho (1993), as variáveis que afetam as operações de colheita podem ser classificadas em dois grupos:

a) As passíveis de identificação imediata e direta, tais como: o volume e a extensão da área a ser explorada, características do fuste, porcentagem e diâmetro dos galhos, topografia, natureza do solo e sua distribuição geográfica, a malha viária, distâncias médias de arraste e a intensidade e distribuição das chuvas;

b) Aquelas de difícil determinação, tais como: o grau de erodibilidade dos solos, a estabilidade das áreas declivosas, os riscos de compactação do solo, a qualidade e a disponibilidade de mão-de-obra, as necessidades impostas pelo manejo florestal e a possibilidade de variações climáticas.

Estas variáveis limitam a aplicação dos sistemas de colheita, em função de sua conjugação positiva ou negativa. Souza *et alii* (1990), enunciam que a

colheita florestal pode causar impactos adversos ao meio ambiente, incidindo sobre os recursos hídricos, a exportação de nutrientes, o solo, a flora e a fauna.

Os problemas ambientais surgem em consequência da implantação e da operacionalização da atividade de colheita florestal. Os impactos ambientais resultam do sistema silvicultural utilizado, das estradas e do transporte de madeira, entre outros.

Seja qual for o sistema silvicultural empregado, ocorrerão, em maior ou menor grau, impactos sobre os fatores solo, topografia, recursos hídricos, precipitação e qualidade do ar, vegetação e fauna (SOUZA *et alii*, 1990).

## 2.8. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

Segundo a Resolução nº 01/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou de energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população; as atividades sócio-econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 2006).

Os métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações, qualitativas e quantitativas, a respeito dos impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente, os quais se apresentam a seguir (SILVA, 1994):

**a) Método *ad-hoc*** - utiliza a prática de reuniões por meio de uma equipe multidisciplinar de especialistas, com o objetivo de obterem-se dados e informações, em tempo reduzido, imprescindíveis à conclusão dos estudos.

**b) Método da listagem de controle ( *check-list* )** - as listagens de controle foram os primeiros métodos de avaliação de impactos ambientais, em virtude, principalmente, de sua facilidade de aplicação. Ajusta-se bem ao método "ad-hoc", pois, num esforço multidisciplinar, pode-se elaborar uma listagem dos impactos mais relevantes, dentro dos meios físico, biótico e

antrópico, mesmo com a limitação de dados. Existem quatro tipos de listagem: descritiva, comparativa, em questionário e ponderável.

**c) Método da sobreposição de cartas ( *overlay mapping* )** - É associado a técnica de sistemas de informações geográficas (SIG), uma vez que deve ser assistido por computador, permitindo a aquisição, o armazenamento, a análise e a representação de dados ambientais. Sua essência consiste na elaboração e posterior sobreposição de cartas temáticas (solo, categoria de declividade, vegetação etc.) de uma determinada área. A partir da sobreposição dos temas são estabelecidas as cartas de aptidão e restrição do uso do solo, de acordo com a ação prevista para ocorrer, consolidando desta forma o diagnóstico ambiental.

**d) Método dos modelos matemáticos** - representa o que há de mais moderno em termos de avaliação de impactos ambientais. Funciona como modelos matemáticos (simulação, regressão, probabilidade, análise multivariada etc.), desde os mais simples aos mais complexos, que permitem simular a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais, pelas considerações de todas as relações biofísicas e antrópicas possíveis de serem compreendidas no fenômeno estudado.

**e) Método das matrizes de interação** - utiliza uma figura para relacionar os impactos de cada ação com o fator ambiental a ser considerado, a partir de quadrículas definidas pela interseção de linhas e colunas. Funciona como uma listagem de controle bidimensional, uma vez que as linhas podem representar as ações impactantes e as colunas, os fatores ambientais impactados.

**f) Método da rede de interação** - permite estabelecer a seqüência dos impactos desencadeados por uma ação ambiental. Essa cadeia de impactos pode ser representada de várias formas, mas, comumente são utilizados fluxogramas e gráficos.

## **2.9. Impactos Ambientais Gerados nas Operações de Colheita Florestal**

No Brasil, as primeiras medidas de caráter ambiental relacionadas com as atividades de colheita florestal surgiram na década de 80 (SOUZA *et alii*,

1990). Estes autores acrescentam, ainda, que o estudo dos impactos ambientais merece grande importância em qualquer atividade florestal, mas, na colheita, devido a grande intervenção antrópica, necessita de uma atenção especial. Assim, para que se possa estudar efetivamente esses impactos, deve-se evidenciar os principais componentes dos meios físico, biótico e antrópico relacionados com essa operação.

Deste modo, serão descritos a seguir, dentro de cada meio, os impactos ambientais advindos das operações de colheita, os quais foram identificados por SILVA (1994) e SILVA (2008).

### **2.9.1. Meio Físico**

Serão discutidos os seguintes componentes: solo, água e ar.

#### **2.9.1.1. Solo**

O solo pode ser afetado, basicamente, em quatro aspectos fundamentais: erosão, compactação, remoção da camada superficial e exportação de nutrientes.

##### **2.9.1.1.1. Erosão**

A erosão do solo pode ser definida como seu desgaste, sendo este, resultado de forças externas, tais como ventos ou ação das águas, que levam a um quadro de perda da fertilidade natural (FERNANDES, 1997). A erosão pode ocorrer entre sulcos e em sulcos, sendo que, no primeiro caso, ela é causada pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo e, no segundo, devido ao excesso de energia cisalhante do escoamento sobre a superfície (GARCIA e MACHADO, 2001).

Os processos erosivos do solo têm início com as atividades de pré-colheita, ou seja, abertura de estradas e roçada pré-corte. Segundo Machado (1989), a locação e a construção de estradas florestais são consideradas os passos iniciais nas operações de colheita florestal. Assim, mesmo após a sua implantação, fazem-se necessárias mudanças contínuas no traçado das

mesmas, objetivando-se buscar rotas mais estratégicas para a remoção de madeira na época de colheita. Esses processos acarretam a eliminação parcial da vegetação natural, com exposição do solo às intempéries. Tal fato potencializa o grau de erodibilidade do solo, gerando por consequência, a deterioração das estradas e diminuição da capacidade produtiva do sítio nos talhões (SILVA, 1994).

#### **2.9.1.1.2. Compactação**

A compactação do solo pode ser definida como sendo uma ação mecânica por meio da qual se impõe ao solo uma redução do seu índice de espaços vazios, o que deve ser entendido como a relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos (CAMARGO, 1983). A compactação, caracterizada por deformações físicas provocadas por sobrecarga mecânica, causa redução da disponibilidade de poros do solo e, conseqüentemente, na disponibilidade de oxigênio, o que restringe, de certa forma, a penetração da água (FERNANDES e LEITE, 2001). Este processo reduz a quantidade de macroporos e aumenta a proporção de microporos, proporcionando a diminuição da aeração e da taxa de difusão de oxigênio no solo (SEIXAS 1999).

Com a redução do oxigênio, ocorre um comprometimento dos processos energéticos das células. Nesse aspecto, ocorre uma diminuição do transporte ativo de nutrientes através das membranas das células presentes nas raízes, comprometendo, dessa forma, o estado nutricional da floresta e da vegetação de sub-bosque. Assim, todo impacto negativo, que incide sobre a flora, acaba indiretamente afetando a fauna, uma vez que esta necessita da vegetação para refúgio, nidificação e fonte de alimento (SILVA, 1994). Numa outra dimensão, a compactação do solo também afeta os componentes bióticos do ecossistema florestal. Assim, com o estabelecimento da compactação, prevalece o escoamento superficial e subsuperficial, devido a menor capacidade de infiltração da água no solo (SILVA, 1995). Este autor salienta, ainda, que a deficiência no abastecimento do lençol freático pode acarretar, no período de

seca, o estresse hídrico, comprometendo, em parte, o desenvolvimento da vegetação.

#### **2.9.1.1.3. Remoção da Camada Superficial**

A remoção da camada superficial é um outro aspecto de grande importância a ser considerado no meio físico. É um processo que causa danos similares à erosão, proporcionando, da mesma forma, a perda da capacidade produtiva do sítio devido a remoção da camada fértil do solo. Geralmente ocorre quando há contato da madeira com o solo, como nas operações de arraste e de tombamento de toras (SILVA, 1995). A remoção da manta orgânica compromete também a microflora e microfauna do solo. Segundo Silva (1994), a remoção da camada superficial proporciona impactos negativos à flora terrestre por reduzir o banco de propágulos do solo.

#### **2.9.1.1.4. Exportação de Nutrientes**

A exportação de nutrientes é um outro processo de grande relevância, podendo trazer, ao longo do tempo, grandes alterações nos aspectos químicos do solo. O sistema de manejo e o de colheita adotados determina, em maior ou menor grau, a exportação de nutrientes do solo. É inevitável que ocorra, já que a floresta é implantada ou manejada, visando a colheita. Assim, o planejamento de todas as operações inerentes a colheita se torna indispensável, para que se possa restringir, ao máximo, a exportação de nutrientes do sítio. Para tal objetivo, deve-se procurar, sempre que possível, a adoção de corte seletivo (Silva, 1994) e/ou a utilização de um sistema de colheita mais adequado, como por exemplo, o de toras curtas, que permite a manutenção de uma grande quantidade de resíduos na área de corte (MACHADO, 1989).

Os restos vegetais devem permanecer na área de corte já que contribuem para a ciclagem biogeoquímica da floresta remanescente e, ao mesmo tempo, atuam minimizando o impacto de maquinarias e equipamentos durante a extração (LIRA FILHO, 1993). Assim, o regime intensivo de cortes rasos bem como a utilização de sistemas, que não contemplam a ciclagem de

nutrientes, são alguns fatores que podem levar ao esgotamento do solo, e, ao mesmo tempo, a elevação dos custos no que se refere à reposição mineral.

### **2.9.1.2. Água**

O recurso hídrico é um outro componente de grande relevância no meio físico, sendo afetado, basicamente, nas seguintes dimensões: quantidade, qualidade e obstrução do seu curso (SILVA, 1994).

#### **2.9.1.2.1. Quantidade**

A quantidade de água no lençol freático guarda uma relação direta com a capacidade de infiltração do solo. Assim, terrenos compactados ou desnudos, podem apresentar uma menor quantidade desse recurso no subsolo. Segundo Lira Filho *et alii* (1991), a eliminação da floresta pode trazer perturbações ao regime hídrico, causando diminuição do volume de água dos rios durante a estação seca e enchentes no período chuvoso. As estradas florestais são as principais responsáveis pela redução do potencial hídrico do subsolo.

A perda de água para cada quilômetro de estrada vicinal, com 6 metros de largura, pode chegar a três milhões de litros, considerando uma precipitação anual de 1000 mm e 50% de perdas por escoamento superficial. Silva (1994), evidencia a importância de se regular os mananciais hídricos como forma de se conter os processos de desertificação. A grande importância do manejo das águas no ecossistema florestal está atrelada, portanto, ao seu papel vital no estabelecimento dos componentes bióticos (DADALTO *et alii*, 1990).

#### **2.9.1.2.2. Qualidade**

A qualidade da água pode ser afetada, basicamente, pela turbidez e por substâncias tóxicas (SILVA, 1994). A erradicação da cobertura vegetal e a compactação do solo favorecem a ocorrência de fenômenos erosivos, que contribuem para o aumento da turbidez e o progressivo assoreamento dos cursos d'água (LUDKE *et alii*, 2001). A depreciação da qualidade da água pode

dar-se também por meio do seu contato com biocidas, óleos, graxas e lubrificantes.

Esses resíduos, por intermédio das chuvas, podem facilmente chegar aos cursos d'água, principalmente após a remoção da madeira. A turbidez da água, bem como sua contaminação com biocidas, são impactos temporários, uma vez que a turbidez pode ser atenuada com a decantação dos sedimentos e os produtos químicos degradados com o tempo (SILVA, 1994).

#### **2.9.1.2.3. Obstrução dos Cursos D'água**

A obstrução dos cursos d'água é um outro aspecto que afeta de forma significativa o recurso hídrico. Este processo ocorre basicamente devido a falta de planejamento durante a construção e manutenção das estradas florestais. Como exemplo, Lira Filho (1993) relata a construção de estradas em solos instáveis, taludes não vegetados e próximos aos cursos d'água. A interrupção parcial ou total dos cursos d'água pode mudar o regime de lótico para lêntico (SILVA, 1994; LUDKE, 2000). Tal mudança gera impactos negativos de grandes proporções por comprometer tanto a fauna quanto a flora aquática.

#### **2.9.1.3. Ar**

O ar é um outro componente do meio físico bastante afetado pelas diversas operações de colheita florestal.

##### **2.9.1.3.1. Emissão de Poeiras e Gases**

A emissão de poeiras e gases resultantes da combustão são os principais meios de contaminação desse componente (SILVA, 1994). O intenso tráfego de máquinas na época da colheita acarreta, no período de seca, o lançamento de grande quantidade de partículas sólidas no ar. Segundo Ludke (2000), este fenômeno pode ocorrer também devido ao choque das árvores com o solo. Uma outra forma de poluição, ocorre com a queima de combustíveis fósseis durante as operações mecanizadas e semimecanizadas da colheita florestal. Nesse caso, são lançados na atmosfera alguns gases

como monóxido e dióxido de carbono que depreciam a qualidade química do ar.

A emissão de gases ou de poeira na atmosfera acarreta um impacto temporário, uma vez que seus efeitos permanecem apenas por um tempo determinado, após a realização da ação (SILVA, 1994).

### **2.9.2. Meio Biótico**

Foram enfocados quatro componentes do meio biótico, sendo eles a flora terrestre, flora aquática, fauna terrestre e fauna aquática.

#### **2.9.2.1. Flora Terrestre**

A flora terrestre pode ser analisada por meio de seus três compartimentos básicos, sendo estes a vegetação original, vegetação implantada e vegetação de sub-bosque (SILVA, 1994). De acordo com Silva (1995), a redução espacial da vegetação nativa implica em estreitamento da base genética das espécies vegetais presentes.

A realização das operações de colheita pode gerar outros impactos negativos sobre a flora. Nesse aspecto, Silva (1994), menciona os danos causados à vegetação do sub-bosque pela queda das árvores e Lira Filho (1993), os danos gerados às árvores plantadas e à vegetação do sub-bosque, mediante a utilização de diferentes métodos de extração.

Segundo Silva (1994), esses danos inerentes à flora podem também ser resultantes do trânsito de pessoas e máquinas na área de tocos. Assim, dentre os danos mais comuns, Lira Filho (1993) relata escoriações e perda de casca nas operações de derrubada e escoriações, perda de casca, rachaduras, esmagamento e arranquio das cepas nas operações de extração.

#### **2.9.2.2. Flora Aquática**

A flora aquática pode ser afetada devido ao aumento da turbidez e do assoreamento (SILVA, 1994; LUDKE, 2000). A turbidez dificulta a penetração de luz no espelho d'água, acarretando, por conseqüência, a redução do

processo fotossintético. O assoreamento também causa impacto negativo a esse componente biótico, uma vez que restringe o habitat aquático devido a redução do volume de água.

A obstrução dos cursos d'água também acarreta danos à flora aquática. Esse autor relata que a interrupção do fluxo de água propicia o crescimento exagerado de macrófitas, como, por exemplo, os aguapés, com conseqüente acúmulo de matéria-orgânica. A concentração de matéria- orgânica reduz a quantidade de oxigênio disponível na água, o que torna esse ambiente menos propício às condições bióticas ( SILVA, 1995 ).

### **2.9.2.3. Fauna Terrestre**

Os danos inerentes à fauna terrestre ocorrem devido a remoção da floresta implantada e da vegetação de sub-bosque (SILVA, 1995). Com a retirada da madeira, algumas espécies mais plásticas persistem no local, conseguindo sobreviver mesmo num sub-bosque mais degradado. As demais espécies acabam migrando para reservas de áreas próximas, podendo gerar um desequilíbrio biológico. Esse fluxo migratório torna-se, muitas vezes, inevitável pois, com a colheita florestal e a eliminação parcial do sub-bosque, ocorre uma redução do número de insetos, que são atraídos para esse local, diminuindo, assim, a fonte de alimento de certos animais. Além disso, a intervenção antrópica, somada ao ruído de máquinas, também afugenta e causa estresse a fauna (SILVA, 1994).

### **2.9.2.4. Fauna Aquática**

Como mencionado anteriormente, a turbidez e o assoreamento são processos intimamente relacionados com as operações de colheita florestal. A turbidez interfere na qualidade e quantidade de luz que adentra no corpo líquido. Segundo Ludke *et alii* (2001), esse processo altera a produtividade global do ecossistema aquático. De acordo com Silva (1995), esse processo interfere negativamente em áreas de desova. Um outro processo que pode ocorrer durante as operações de colheita florestal é o derramamento de óleo

e/ou graxa no solo (SILVA, 2008). Estes resíduos, com auxílio das primeiras chuvas, podem facilmente chegar aos cursos d'água, afetando indiretamente a qualidade de vida da fauna desse habitat.

Os restos vegetais da colheita também podem ser carreados para o meio aquático. Nesse caso, ocorre uma maior competição pelo oxigênio disponível na água que, em certas condições, pode levar à morte alguns exemplares da fauna aquática.

### **2.9.3. Meio Antrópico**

Os componentes de maior relevância no meio antrópico são: paisagismo, emprego e acidentes.

#### **2.9.3.1. Paisagismo**

A instalação da infra-estrutura básica na área de corte, bem como a remoção da madeira, são operações inerentes à colheita florestal, que afetam negativamente a paisagem do local. Ludke (2000), cita, como exemplo, em floresta nativa, a artificialização da paisagem gerada pela construção de acampamentos e pela abertura de clareiras às margens das estradas. Lopes *et alii* (2001) relatam sobre as potencialidades do programa SNAP III como ferramenta do planejamento da colheita florestal no sentido de minimizar os impactos visuais e permitir a melhoria dos valores estéticos e paisagísticos da floresta.

#### **2.9.3.2. Emprego**

O emprego é um fator de extrema importância na dinamização da economia, gerando, de acordo com Andrade (1998), impactos positivos nas atividades de colheita florestal. O setor florestal tem dado, ainda, importante contribuição à economia nacional, participando com 5% do PIB (Produto Interno Bruto), gerando impostos da ordem de R\$ 2 bilhões e investimentos anuais de R\$ 264 milhões (MACHADO *et alii*, 2008). De acordo com esse ano

de 1994, proporcionou a geração de 700 mil empregos diretos e dois milhões indiretos.

### **2.9.3.3. Acidente**

A operação de corte florestal é considerada um dos trabalhos mais pesados e de mais alto risco de acidentes dentre as demais atividades industriais brasileiras. Conseqüentemente, os acidentes são, em muitos casos, graves e freqüentes (SOUZA *et alii*, 2008). De acordo com Sant'anna (2008), os riscos inerentes à motosserra podem ser classificados em: a) riscos da operação: rebote, queda de árvores, postura de trabalho e projeção de cavacos (serragem) nos olhos e b) riscos do equipamento: ruído, vibração, parte cortante, tanque de combustível, parte elétrica e escapamento.

Com a abertura das importações, por volta de 1994, boa parte das empresas brasileiras iniciou a mecanização da colheita. De modo geral, essas empresas registram ganhos expressivos na utilização de mão-de-obra e redução da freqüência e gravidade dos acidentes do trabalho, obtendo, por conseqüência, bons resultados econômicos (DURATEX, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local de Estudo

Realizou-se esta pesquisa na Fazenda Tarumã, Município de Cerro Azul, PR, pertencente à Empresa Florestal Vale do Ribeira Ltda do Grupo Berneck. A região de colheita florestal apresenta áreas montanhosas, relevo fortemente ondulado, de difícil acesso, onde as torres de cabos aéreos localizam-se a uma altitude de, aproximadamente, 1000 metros, em relação ao nível do mar. A sede da referida fazenda encontra-se localizada nas coordenadas UTM E de 669.848 e UTM N de 7.236.844, bem como nas coordenadas geográficas de Latitude 24° 58' 27" S e Longitude 49° 19' 02" W ( Figuras 2 e 3 ).

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, com v quentes, apresentando tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), e, Invernos com geadas pouco freqüentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação seca definida (CERRO AZUL, 2009).



Figura 2 – Mapa de situação do Município de Cerro Azul, PR em relação a outras cidades da região.

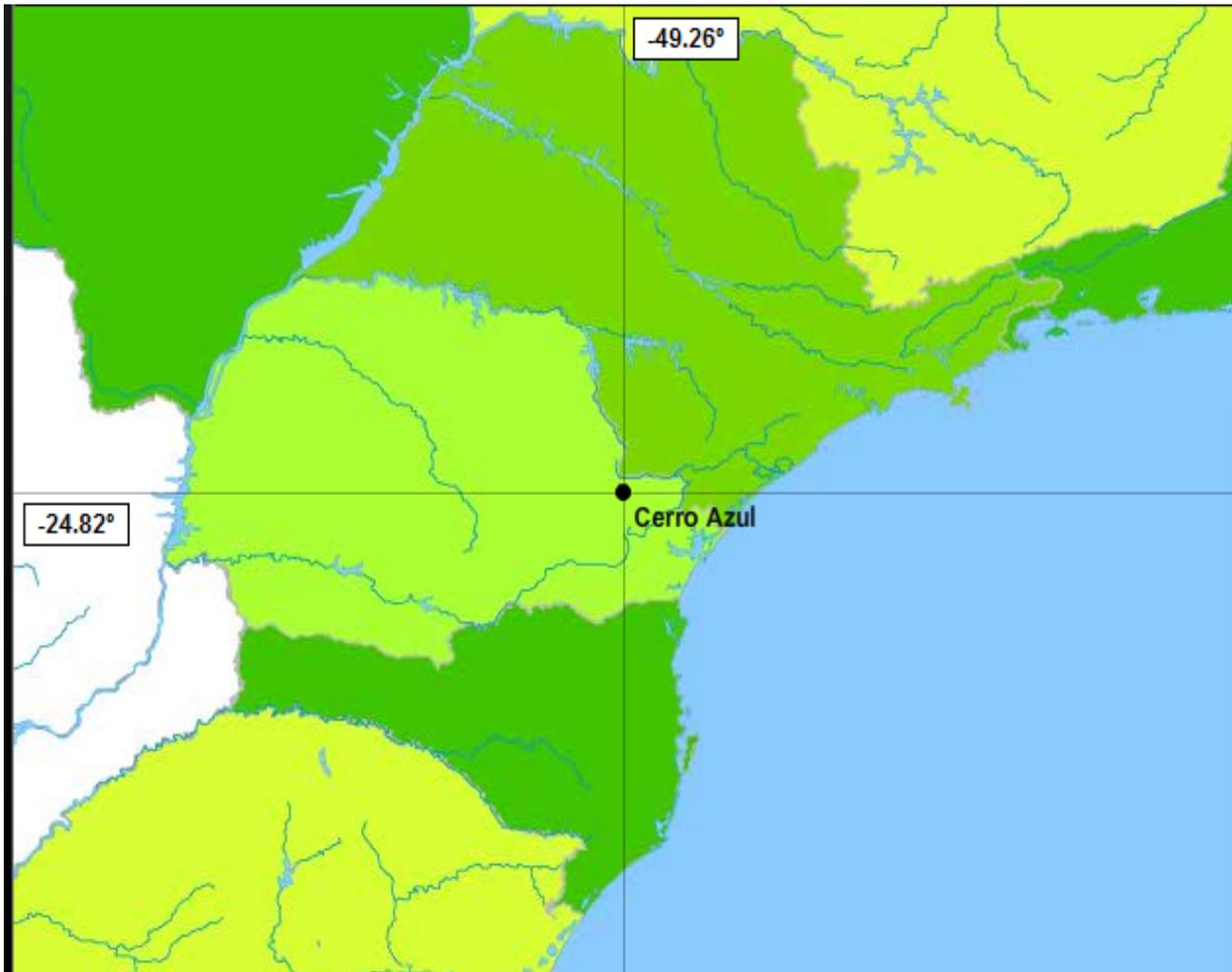


Figura 3 – Mapa de localização do Município de Cerro Azul no Estado do Paraná, em função de suas respectivas coordenadas geográficas.

### 3.2. Características dos Povoamentos Florestais

Para esta pesquisa utilizaram-se povoamentos das espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, com idades aproximadas de 22 anos, cujas características gerais apresentam-se a seguir:

Parte das florestas adultas é constituída de *Pinus elliottii*, principalmente no Vale do Ribeira, embora a empresa esteja plantando, atualmente, só a espécie *Pinus taeda*.

As áreas mais antigas foram plantadas com espaçamento de 2,0 m x 2,0m ou 1,6 m x 2,5 m (4,0 m<sup>2</sup>/planta), correspondendo a 2500 plantas por

hectare. As referidas áreas não sofreram qualquer tipo de tratamentos silviculturais (poda ou desbaste), remanescendo, em média, 1250 árvores por hectare, aproximadamente. Em decorrência desses procedimentos, a produtividade está em torno de 24,5 m<sup>3</sup>/ha/ano (539 m<sup>3</sup>/ha para idade média de 22 anos).

Esses povoamentos são colhidos com a finalidade de uso diverso, sendo destinados 55% para serraria (DAP igual ou acima de 18 cm) e 45% para outros usos (DAP abaixo de 18 cm).

Dependendo da condição do relevo e das distâncias de arraste são adotados sistemas diversos de colheita florestal. Assim, nas áreas mais planas, que ocupam, aproximadamente, 20% da área a ser colhida, procura-se fazer a colheita de forma convencional com o uso de *harvester* e baldeação com *forwarder*, limitando-se às possibilidades desse último. Nos demais 80% da área, onde não é possível a colheita florestal, justifica-se plenamente a utilização de cabos aéreos, não só por razões econômicas, mas também por razões ambientais. Nas encostas, independentemente da declividade, todo o corte é feito com motosserras, sem desgalhe ou destopo.

### **3.3. Sistemas de Colheita Adotados pela Empresa**

A Florestal Vale do Ribeira Ltda adota sistemas de colheita de madeira, em função das condições de relevo e das distâncias de arraste, como se menciona a seguir (KRETSCHKEK *et alii*, 2006):

#### **3.3.1. Sistema de toras curtas ( STC ):**

- Nas áreas planas, localizadas na parte mais alta do relevo, as quais ocupam aproximadamente 20% da área a ser colhida, a colheita é realizada com *Harvester* e *Forwarder*.

#### **3.3.2. Sistemas de toras compridas ( STC1 ):**

- Nos demais 80% da área, utilizam-se cabos aéreos.
- Nas encostas, independentemente da declividade, todo o corte é feito com motosserras, sem desgalhe ou destopo.

- Em distâncias de arraste que vão de 0 a 120 metros, são utilizados guinchos com capacidade de 18 a 33 toneladas, com cabo de retorno manual, adaptados a tratores agrícolas. Esta operação é feita por terceiros.
- Em distâncias de arraste acima de 120 metros, utilizam-se torres de cabos aéreos em distâncias de até 600m.

### 3.4. Equipes Operacionais

A empresa possui três equipes operacionais que realizam as atividades de colheita florestal:

#### a) Equipe de logística

Loca, prepara os eitos e instala os suportes final e intermediários, bem como dá assistência a 3 ou a 4 torres, sendo composta por um balizador, dois escaladores e dois ajudantes (1 operador de motosserra).

#### b) Equipe de derrubada

Realiza o corte das árvores, de baixo para cima, de modo que as primeiras árvores cortadas serão as últimas a serem arrastadas. É composta de quatro operadores de motosserra (1 para cada torre a ser atendida), que trabalham, ou os quatro juntos ou em dois grupos de dois operadores, conforme a necessidade do momento.

#### c) Equipe de extração :

Uma vez derrubadas as árvores, são engatados nelas os *chokers* por operários específicos ("engatadores"). Na sequência, ocorre o arraste por cabos aéreos, os quais levam as árvores inteiras até às proximidades das torres. É feito, a seguir, o desganhamento e destopamento semimecanizado das mesmas com motosserra. Após, um *skidder* com garra arrasta as árvores até o processador (*slasher*). Este executa o traçamento e posterior empilhamento das toras diretamente nos veículos de transporte.

Para a extração de árvores inteiras, a empresa dispõe de três diferentes modelos de torre de cabos aéreos, e respectivas equipes técnicas, como se apresenta a seguir:

c.1) Torre de cabo aéreo modelo K301

- **Equipe técnica:**

- 1 operador de torre (executa também a função de desengatador de *chockers*)
- 3 engatadores (1 com rádio)
- 1 desgalhador

- **Características técnicas do modelo K301** (PENZSAUR, 2009):

- Tração média: 22 KN
- Comprimento do cabo de apoio : 420 m
- Espessura do cabo de apoio: 16 mm
- Comprimento do cabo de tração: 400m
- Espessura do cabo de tração: 9,5 mm
- Cabos de ancoragem: 3
- Comprimento dos cabos de ancoragem: 30m
- Espessura dos cabos de ancoragem: 15mm
- Altura da torre: 7m
- Execução da torre: Estruturas
- Montagem: trator

c.2) Torre de cabo aéreo Modelo K501

- **Equipe técnica:**

- 1 operador de torre (executa também a função de desengatador de *chockers*)
- 4 engatadores (1 com rádio)
- 1 desgalhador

- **Características técnicas do modelo K501** (PENZSAUR, 2009):

- Tração média: 37 KN
- Comprimento do cabo de apoio : 500 m
- Espessura do cabo de apoio: 20 mm
- Comprimento do cabo de tração: 600 m

- Espessura do cabo de tração: 12 mm
- Cabos de ancoragem: 4
- Comprimento dos cabos de ancoragem: 45 m
- Espessura dos cabos de ancoragem: 20 mm
- Altura da torre: 10 m
- Execução da torre: tubo
- Montagem: Autopropelida

### c.3) Torre de cabo aéreo Modelo K601

#### - Equipe técnica:

- 1 operador de torre
- 4 engatadores (1 com rádio)
- 1 desengatador (Se tiver os *chockers*, comandados eletronicamente, o engatador não será necessário)
- 1 desgalhador

#### - Características técnicas do modelo K601 (PENZSAUR, 2009):

- Tração média: 65 KN
- Comprimento do cabo de apoio : 600 m
- Espessura do cabo de apoio: 20 mm
- Comprimento do cabo de tração: 700 m
- Espessura do cabo de tração: 12 mm
- Cabos de ancoragem: 4
- Comprimento dos cabos de ancoragem: 45 m
- Espessura dos cabos de ancoragem: 20 mm
- Altura da torre: 10 m
- Execução da torre: tubo
- Montagem: caminhão

Deve-se salientar ainda, que, na empresa, outras composições estão sendo testadas. Além disso, a disponibilidade dos cabos aéreos, com os mais antigos já em uso há três anos, é de 95%, sendo os restantes 5% de paradas para manutenção.

A média operacional é de 130 horas mensais (74%) e as perdas (por chuva, manutenção e mudanças) são de 46 horas mensais (26%).

O regime de trabalho é de 22 dias de 8 horas, por mês, sem trabalho noturno, parando em dias de chuva, por motivo de segurança, os quais são descontados.

No caso específico dos três modelos de cabos aéreos usados pela empresa deve-se, ainda, considerar (KRETSCHEK *et alii*, 2006):

- As produções, até agora verificadas, não têm uma variação linear, pois as distâncias de arraste são diferentes, as capacidades de carga também diferem e os tempos de experiência com os equipamentos também são diferentes. Na prática, com o modelo K301 tem-se uma produção de 41 árvores (0,7 st / árvore) por hora, correspondendo a 29 st/hora e com os modelos K501 e K601 tem-se a produção de 53 e 50 árvores (0,7 st/árvore) por hora, correspondendo a 37 e 35 st/hora, respectivamente.
- É importante salientar, que os eitos tendem a uma forma de segmento em leque. Por isto, tem-se um estreitamento no início e uma largura maior ao final, podendo, também, ser maior o alcance em 15 a 25 metros no final do eito.

### **3.5. Sistema de Colheita Utilizado**

Para a colheita florestal utilizou-se, neste trabalho, o sistema de árvores inteiras (*full – tree*) com operações semimecanizadas de corte (derrubada e desgalhamento/ traçamento posteriores) com motosserra (MACHADO *et alii*, 2008), bem como extração por meio de cabos aéreos e posterior traçamento e empilhamento mecanizado.

### **3.6. Modelos de Cabos Aéreos Utilizados**

Para a realização deste trabalho utilizaram-se três torres de cabos aéreos, com cabo sem retorno, da referida empresa, que apresentam as

características técnicas a seguir, de acordo com os alcances máximos daquelas torres e respectivas larguras médias dos eitos de arraste ( Figuras 4, 5, e 6):

O modelo K301 tem alcance de 300 metros e 15 metros de largura de arraste em cada lado.



Figura 4 – Torre de cabo aéreo modelo K301.

O modelo K501 tem alcance de 500 metros e 25 metros de largura de arraste em cada lado.



Figura 5 – Torre de cabo aéreo modelo K501.

O modelo K601 tem alcance de 600 metros e 25 metros de largura de arraste em cada lado.



Figura 6 – Torre de cabo aéreo modelo K601

### 3.7. Avaliação Ergonômica de Cabos Aéreos

Esta foi realizada em 23 de setembro de 2008. Usou-se um método qualitativo embasado na avaliação feita, individualmente, pelos três operadores das três torres de cabos aéreos. Para isto, utilizou-se um questionário (Apêndice 1), adaptado de ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990), o qual foi aplicado a cada operador de torre, o que permitiu uma avaliação ergonômica qualitativa das torres de cabos aéreos, por meio das variáveis que se apresentam a seguir: Acesso à cabine de trabalho, posição de trabalho do operador, cabine do operador, assento do operador, controles e

instrumentação, clima na cabine, visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho, iluminação do campo de trabalho, ruído, exaustão de fumaça e poeira e vibração. Na sequência, cada uma dessas variáveis recebeu uma avaliação final naquele questionário, realizada, individualmente, pelos três operadores. Estes deram suas respostas conforme critérios qualitativos, contidos no referido questionário, que variaram de muito bom, bom, médio, fraco a muito fraco.

### **3.8. Avaliação Quantitativa e Qualitativa dos Impactos Ambientais**

Preencheram-se planilhas, a fim de serem avaliadas as interações das variáveis envolvidas neste trabalho. Obteve-se um grande número de valores constantes. Conforme Botelho e Maciel (1992) e Fonseca e Martins(1993) a variância de um conjunto de números constantes é igual a zero, ou seja, não se pode realizar, então, a análise de variância dos resultados obtidos. Usou-se, por consequência, a análise estatística não paramétrica, isto é, procedeu-se à análise estatística descritiva.

#### **3.8.1. Elaboração das Matrizes de Interação, Perfil dos Impactos Ambientais e Perfil dos Respondentes**

Foram elaboradas matrizes de interação das atividades impactantes X fatores ambientais relevantes e atividades impactantes X respondentes (pessoas que preencheram as matrizes de interação).

Aquelas primeiras foram compostas de linhas, contendo as atividades impactantes, e, nas colunas, os fatores ambientais relevantes existentes nos compartimentos dos meios físico, biótico e antrópico. Em função do número das atividades impactantes e dos fatores ambientais relevantes obtidos, elaborou-se o perfil dos impactos ambientais na colheita de árvores inteiras por cabos aéreos.

Aquelas últimas matrizes apresentaram, nas linhas, as atividades impactantes e, nas colunas, as respostas dos técnicos que as preencheram. Essas matrizes foram elaboradas com o objetivo de avaliar-se o perfil das

peças que preencheram as matrizes de interação (respondentes) em função daquilo que responderam nas mesmas.

Em ambos os casos, tomou-se como base o trabalho de SILVA (1994) para a elaboração das matrizes e ter-se, por consequência, uma avaliação quantitativa e qualitativa mais concisa dos impactos ambientais desta pesquisa.

### 3.8.2. Preenchimento e Interpretação das Matrizes de Interação

O preenchimento das matrizes foi realizado tomando-se como base o valor máximo dos impactos ambientais (SILVA,1994). Para isto, foi atribuída uma pontuação para caracterizar as alterações do parâmetro ambiental considerado, utilizando-se uma escala de zero a cinco, objetivando quantificarem-se as alterações ambientais e seguindo-se uma convenção conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Atribuição convencional de pontos para quantificação do grau de impacto ambiental.

<b>Pontuação atribuída</b>	<b>Grau de impacto ambiental</b>
Zero	Não houve impacto
1	Desprezível
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Altíssimo

Fonte: Adaptado de SILVA (1994)

Para o preenchimento das matrizes de interação das atividades impactantes utilizou-se o trabalho de 4 pessoas pertencentes ao quadro efetivo de funcionários da empresa (Método *ad-hoc*), as quais apresentam as características profissionais:

- 1 Técnico Florestal com 22 anos de experiência em colheita florestal;
- 1 Técnico Agrícola com 29 anos de experiência, sendo 10 anos em colheita florestal;

- 2 Engenheiros Florestais com 10 anos de experiência profissional, cada um.

Aos mesmos convencionou-se denominá-los de respondentes, e, para facilitar aspectos diversos de apresentação neste trabalho, procurou-se denominá-los pela letra “R” (respondentes). Assim, estabeleceu-se que:

R1 – Planilha respondida pelo Técnico Florestal

R2 – Planilha respondida pelo Técnico Agrícola

R3 – Planilha respondida por um Engenheiro Florestal

R4 – Planilha respondida por um outro Engenheiro Florestal

Realizou-se uma reunião com os quatro mencionados profissionais, antes do preenchimento das matrizes, com o objetivo de esclarecimentos diversos a respeito do assunto. Na sequência, cada profissional, de maneira independente, preencheu uma planilha relativa às atividades impactantes (Apêndice 3 ), totalizando 4 matrizes.

Posteriormente, para avaliar-se o perfil daqueles profissionais, em função de suas respostas nas matrizes de interação, elaborou-se um quadro geral (Quadro 6 e Figura 9).

Com os dados obtidos, relativos a avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos ambientais e também do perfil daqueles profissionais, procedeu-se à interpretação das matrizes, bem como da avaliação do perfil dos respondentes.

### **3.8.3. Listagem de Controle**

A utilização deste método (*check – list*), consistiu de uma listagem dos impactos ambientais exarados das matrizes de interação. Fez-se, adicionalmente, uma descrição individual dos impactos ambientais daquelas matrizes, objetivando-se tornar mais clara a compreensão de cada item das mesmas.

#### **3.8.4. Determinação da Capacidade Impactante**

Para atender-se à determinação da capacidade impactante criou-se uma escala, tomando-se como base o número de relações prováveis de impacto ambiental. As matrizes elaboradas para o subsistema de árvores inteiras apresentaram 6 atividades impactantes e 20 fatores ambientais, totalizando 120 relações de impacto ambiental. Esses valores, quando multiplicados pela nota máxima utilizada para a quantificação do impacto negativo (-5), proporcionaram valores limites da escala. Para a obtenção da capacidade impactante utilizou-se o saldo médio de impacto ambiental, em cada subsistema, o qual foi apresentado em termos percentuais.

#### **3.8.5. Avaliação do Perfil dos Impactos Ambientais e Daquele dos Respondentes**

Para a avaliação do perfil dos impactos ambientais utilizaram-se as matrizes de interação (atividades impactantes x fatores ambientais relevantes), e, para aquele dos respondentes, usaram-se as respostas contidas nas matrizes de interação das atividades impactantes, respondidas pelos técnicos da empresa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação Ergonômica das Torres de Cabos Aéreos

Foram avaliadas, em termos ergonômicos, as três torres de cabos aéreos.

O Quadro 3 apresenta um resumo dos resultados e discussão relativos à avaliação ergonômica das mesmas.

A seguir, apresentam-se os resultados e discussão, individualmente, das variáveis ergonômicas estudadas.

#### 4.1.1. Acesso à Cabine de Trabalho

Os cabos aéreos modelos K301 e K501 não possuem cabines originais de fábrica. O que existe nestes modelos são assentos adaptados pela empresa para viabilizar o uso das torres na extração aérea de árvores inteiras. Portanto, elas não atendem aos padrões ergonômicos.

Quanto ao modelo K601, ele possui cabine, que permite ao operador subir e descer sem riscos de escorregar, além de outras características técnicas, que se podem observar em relação às Normas Suecas conforme se apresenta no Quadro 4 (ARBETSMILJÖINSTITUTED *et alii*, 1990).

Os degraus devem ser desenhados e posicionados, para que não sejam atingidos e danificados durante a operação da máquina, bem como, de acordo com as normas suecas (ARBETSMILJÖINSTITUTED *ET ALII*, 1990), o ideal é que os degraus de acesso à máquina se retraiam, automaticamente, para uma posição segura durante a movimentação, o que não é o caso das três torres analisadas.

Deste modo, interpreta-se que os dois modelos K301 e K501 não atendem, integralmente, aos padrões ergonômicos enquanto o modelo K601 está mais próximo da conformidade com aqueles padrões, quanto ao quesito acesso à cabine de trabalho.

Quadro 3 – Resumo dos resultados e discussão obtidos na avaliação ergonômica de três modelos de torre de cabos aéreos

<b>Avaliação ergonômica das torres de cabos aéreos florestais</b>	<b>K 301</b>	<b>K 501</b>	<b>K601</b>
Acesso à cabine de trabalho	Não possui cabine	Não possui cabine	Permite ao operador a subir e descer sem riscos
Posição de trabalho do operador	Não desenvolve trabalho com eficiência em termos ergonômicos.	Não desenvolve trabalho com eficiência em termos ergonômicos.	Atende às exigências estabelecidas em Normas Técnicas.
Cabine do operador	Não possui cabine.	Não possui cabine.	Jornada menos cansativa e maior rendimento de trabalho.
Assento do operador	Assento adaptado.	Assento adaptado.	Assento, em termos gerais, de acordo com as Normas Técnicas
Controles e Instrumentação	Não existem controles e instrumentos adequados.	Não existem controles e instrumentos adequados.	Relação quase inversa, são adequados ao trabalho.
Clima na cabine	Não há controle de clima.	Não há controle de clima.	Clima adequado
Visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho	Não possui cabine.	Não possui cabine.	Atende aos critérios ergonômicos.
Iluminação	Não apresenta	Não apresenta	Não apresenta
Ruído	Sujeitos a qualquer tipo de ruídos.	Sujeitos a qualquer tipo de ruídos.	Isolado de ruídos, atendendo aos critérios ergonômicos.
Exaustão de fumaça e poeira	Operador à mercê de gases de exaustão, fuligens e poeira.	Operador à mercê de gases de exaustão, fuligens e poeira.	Operador trabalha em condições ergonômicas corretas.
Vibração	Operador sente vibração, quando a madeira é tracionada.	Operador sente vibração, quando a madeira é tracionada.	Operador não sente vibração, cabine possui amortecedores.

Quadro 4 – Comparação de dados técnicos estabelecidos pelas Normas Suecas, quanto ao acesso à cabine de trabalho, em relação àqueles avaliados na cabine do cabo aéreo modelo K 601.

ACESSO À CABINE DE TRABALHO		
Norma Sueca	Dados Técnicos	Modelo K 601
Altura máxima do primeiro degrau ao solo	40 cm	41 cm
Ângulo ótimo entre escada de acesso e solo	65 a 70 graus	70 graus
Profundidade mínima dos degraus	10 cm	10 cm
Distância ótima entre degraus	20 a 30 cm	32 cm
Largura mínima dos degraus	30 cm	60 cm
Largura mínima da porta de acesso à cabine	62 cm	82 cm
Altura mínima da porta de acesso da cabine	160 cm	185 cm

Fonte: Adaptado de ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990)

Quanto ao posicionamento e às características das estradas de acesso ao posto de operação das torres, aqueles modelos estão bem posicionados. Porém, a empresa deve ter um cuidado constante com a manutenção da limpeza das vias de acesso ao posto de operação das torres, pois o posicionamento e as características das vias de acesso, muitas vezes, podem ser causa de acidentes (ROBIN, 1987).

#### 4.1.2. Posição de Trabalho do Operador

Os operadores das três torres pesquisadas não conseguem trabalhar sem ter que torcer, abaixar ou fazer outros movimentos difíceis de cabeça, tronco, braços ou pernas.

Para evitar fadiga, o operador deve ser capaz de sentar-se com conforto, adotando uma postura correta, principalmente com relação ao uso de músculos e juntas, bem como devem ser evitadas torções, abaixamentos e outros movimentos desconfortáveis (ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii*, 1990).

Deste modo, interpreta-se que os operadores dos modelos K301 e K501 não desenvolvem seus trabalhos respectivos com eficiência, em termos

ergonômicos. Aquele do modelo K601 somente no quesito do questionário aplicado (Apêndice 1) “trabalhar sem torcer, abaixar ou fazer outros movimentos difíceis de cabeça, tronco, braços ou pernas”(o que ele faz rotineiramente), é que o mesmo não apresenta uma posição de trabalho de acordo com o que preconizam os critérios ergonômicos. Nos demais quesitos pode-se inferir, que a posição de trabalho desse operador permite que o mesmo realize sua tarefa, de maneira geral, mais corretamente, uma vez que a cabine de comando do modelo K601 atende à grande maioria das exigências ergonômicas.

#### **4.1.3. Cabine do Operador**

Como apresentado no subitem 4.1.1, as torres de cabos aéreos modelo K301 e K501 não possuem cabines enquanto o modelo K601 a possui. O operador desse último modelo considera a cabine como sendo de tamanho confortável, havendo espaço para colocar pertences pessoais, sem partes salientes que lhe possam oferecer perigo, bem como a cabine é de fácil limpeza e livre de componentes hidráulicos.

Fiedler (1995) e Brito *et alii* (2005) afirmam, que a cabine deve ter, espaço suficiente para o operador desenvolver seu trabalho com comodidade.

Essas considerações técnicas permitem interpretar que, nos cabos aéreos modelos K301 e K501, seus operadores, pelo fato de esses modelos não terem cabines, em termos ergonômicos, estarão expostos ao calor, frio, vento, chuva, portanto a uma jornada de trabalho mais cansativa e com um rendimento mais baixo. Por outro lado, o operador do modelo K601 terá, ao contrário daqueles outros dois, uma jornada de trabalho menos cansativa e com um maior rendimento.

#### **4.1.4. Assento do Operador**

Não existe cabine nos cabos aéreos modelos K301 e K501, porém, existe assento adaptado (uma cadeira de plástico com encosto para a coluna lombar do operador), sendo que no modelo K601 existe cabine e assento.

Quanto ao modelo K601, o assento do operador encontra-se, em termos gerais, de acordo com as Normas Técnicas Suecas (ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* 1990) quanto aos itens pesquisados, via questionário (Apêndice 1 - Questionário), o que pode ser visualizado, comparativamente com as referidas Normas (Quadro 5).

Quadro 5 – Comparação de dados técnicos estabelecidos pelas Normas Suecas, quanto ao assento do operador, em relação àqueles avaliados na cabine do cabo aéreo modelo K 601.

ASSENTO DO OPERADOR		
<b>Norma Sueca</b>	<b>Dados Técnicos</b>	<b>Modelo K601</b>
Comprimento do assento ajustável	37 a 43 cm	50 cm
Altura do assento com ajuste de +/- 5 cm	46 a 50 cm	45 cm
Mínimo de espaço requerido para os joelhos em assentos giratórios	65 cm	+/- 20 cm (assento fixo)
Largura mínima do assento	44 cm	52 cm
Frente do assento inclinada em relação à parte traseira	3,7 graus	3,5 graus
Ângulo variando entre assento e encosto	95 a 110 graus	110 graus
Comprimento ideal do encosto	40 a 55 cm	50 cm
Largura mínima do encosto na parte inferior	44 cm	44 cm
Largura mínima do encosto na parte superior	40 a 50 cm	48 cm

Fonte: Adaptado de ARBETSMILJOINSTITUTED *et alii* (1990)

No entanto, o referido assento daquela torre de cabo aéreo não possui descanso para os braços do operador, nem possui facilidade giratória adequada, para sua fixação em qualquer posição (ele é fixo).

Por outro lado, o assento existente nos modelos K301 e K501, pelas suas características pesquisadas, não estão em conformidade com os padrões ergonômicos desejáveis de acordo com a normalização técnica.

#### **4.1.5. Controles e Instrumentação**

Nas torres de cabos aéreos modelos K301 e K501 não existem controles e instrumentos adequados, em termos ergonômicos, para que seus respectivos operadores consigam realizar o trabalho. No modelo K601 ocorre, com relação a este subitem, uma relação quase inversa, pois os controles e instrumentos são, de modo geral, adequados ao trabalho realizado pelo operador. Este, por sua vez, numa avaliação final, qualifica-os como bons.

Conforme IIDA (1990) os controles e instrumentos devem ser de fácil identificação, com número de erros de acionamento reduzido, bem como haja um tempo médio requerido para acionamento, determinando influências no desempenho do operador e redução do tempo necessário para treinamento. Verdussen (1978) acrescenta, ainda, que a localização dos controles e instrumentos devem ser projetada de forma que sejam alcançados pelos braços do operador, dentro de seu raio normal de ação, sem que o operador necessite curvar o dorso ou deslocar o corpo, evitando-se, desta maneira, maior fadiga e maior tempo na execução das tarefas. Com relação aos controles e instrumentos movimentados pelas pernas do operador, eles podem ser de maior exigência de força, porém deve ser observada a posição ideal dos mesmos, a qual permita esta movimentação exata (VERDUSSEN, 1978; IIDA, 1990).

#### **4.1.6. Clima na Cabine**

A este respeito, as Normas Suecas (ARBETSMILJÖINSTITUTED *et alii*, 1990) apresentam os valores referenciais a seguir:

- Temperatura do ar ideal de 18 a 22°C e máxima de 32°C;
- Diferença ideal de temperatura entre o nível da cabeça e pés do operador variando de 0°C a 3°C e máximo de 5°C;
- Velocidade ideal do ar, atingindo o operador, de 0,1 m/s (6,0 m/minuto) a 0,3 m/s (18,0 m/minuto) e máximo de 0,5 m/s (30 m/minuto ou 1,8 km/h) a 1,0 m/s (60,0 m/minuto ou 3,6 km/h) em clima quente.

Por outro lado, deve-se acrescentar, que aqueles intervalos-limite propostos na literatura, não ocorrem na região de colheita florestal da referida empresa, ou seja: na maioria dos meses do ano, a temperatura média é inferior ao intervalo de 20 a 24°C; a umidade relativa do ar situa-se acima de 40 a 60% (conforme a literatura), bem como os ventos dominantes da região apresentam, em sua grande maioria, velocidades muito superiores àquelas previstas pela literatura e normalização técnica.

Por conseqüência óbvia, infere-se que nos dois modelos de torre K301 e K501 não há controle algum das condições climáticas na cabine (mesmo porque as mesmas não existem nesses dois modelos). Conseqüentemente, seus operadores respectivos trabalham em condições ergonômicas inadequadas, relativas ao clima, o que não ocorre, de maneira geral, com o operador do modelo K601.

#### **4.1.7. Visibilidade da Cabine em Relação ao Campo de Trabalho.**

Não existe cabine nos modelos K301 e K501 para a execução do trabalho de cada operador enquanto no modelo K601 existe.

Infere-se que o modelo K601 atende, em expressiva maioria, aos critérios ergonômicos. No entanto, o mesmo não acontece quando, no questionário aplicado, o operador afirma não ter uma visão para cima adequada. Para atender a este quesito, ele necessita curvar-se para enxergar melhor, o que não é desejável em termos ergonômicos.

#### **4.1.8. Iluminação do Campo de Trabalho**

Desde a época de coleta de dados para esta pesquisa, em setembro de 2008, até os dias atuais, a empresa vem trabalhando somente em um turno, porém, diurno de colheita florestal, usando cabos aéreos. Deste modo, os operadores dos três modelos de torre, no quesito “iluminação do campo de trabalho”, o qual se refere a trabalho noturno, não tiveram condições de preencher, neste caso, o questionário que lhes foi aplicado.

#### **4.1.9. Ruído**

Entre os três modelos de cabos aéreos, somente o K601 apresenta cabine para seu respectivo operador.

Na época da coleta de dados para esta pesquisa não se dispôs de um decibelímetro. Deste modo, não se avaliou o nível de ruído dentro da cabine do modelo K601. Conforme a empresa onde se pesquisou, embasando-se a mesma na avaliação realizada por uma consultoria anteriormente contratada, obteve-se a informação de que o nível de ruído no interior da cabine do modelo K601 é de 70 dB(A).

Tomando-se como base este valor informado, infere-se que o modelo K601 está em conformidade com as exigências ergonômicas quanto ao risco físico “ruído” em sua cabine, o que é desejável para seu operador. Quanto aos modelos K301 e K501 cujas cabines não existem, seus respectivos operadores estão trabalhando em condições precárias, em termos ergonômicos, quanto ao risco físico “ruído”.

#### **4.1.10. Exaustão de Fumaça e Poeira**

ARBETSMILJÖINSTITUTET *et alii* (1990) afirmam que o posto de trabalho deve ser projetado de modo a manter os gases de exaustão, fuligem e poeira sem atingir o operador, bem como a detecção dessas situações pode ser feita sem o auxílio de aparelhos de medição.

Como os modelos K301 e K501, não apresentam cabine, seus operadores encontram-se totalmente à mercê dos gases de exaustão, fuligens

e poeira, embora no questionário aplicado haja afirmação de que no modelo K301 o motor apresenta pouca exaustão de fumaça (mas apresenta-a). Além disto, na época de seca, na região ocorre a formação de grande quantidade de poeira que, com a atuação do vento, torna o ambiente de trabalho, dos dois operadores daqueles modelos de torre, totalmente hostil à saúde dos mesmos.

Quanto ao operador do modelo K601, a cabine onde o mesmo trabalha, ela é livre de odores dos gases de exaustão e do cheiro de óleo, bem como, dentro dela, as concentrações dos gases de exaustão são baixas. Isto porque a cabine do referido modelo é projetada de acordo com critérios ergonômicos (vedação, posicionamento do sistema de exaustão entre outros). Por conseqüência, o operador do modelo K601 trabalha em condições ergonômicas corretas.

#### **4.1.11. Vibração**

Os operadores dos modelos K301 e K501 sentem a vibração da máquina quando a madeira é puxada pelos cabos aéreos das torres. Portanto, as referidas máquinas não estão livres de vibração, podendo causar desconforto àqueles operadores. Conforme a literatura, a empresa poderá diminuir as vibrações, realizando inspeções periódicas e, se necessário, fazer lubrificações e manutenções diversas. Ou ainda, deverá disponibilizar um assento mais confortável para cada um daqueles operadores. Além disto, no caso de vibrações por longo período (quando houver trabalho muito intenso em determinada época), deverão ser programadas pausas de trabalho, em cada torre, de maneira a evitar a exposição contínua de cada operador de torre e também de seus assessores (demais companheiros de trabalho).

Quanto ao operador do modelo K601, a máquina é bem projetada, com respeito a vibração (ela possui amortecedores, por exemplo). Por isto, esse trabalhador não sentirá a vibração da máquina, quando a madeira for arrastada pelos cabos aéreos. No entanto, para os demais trabalhadores que o assessoram, deverá haver, por parte da empresa em estudo, o mesmo procedimento descrito para os operadores das torres daqueles modelos anteriores e seus respectivos companheiros de trabalho, principalmente em

épocas de operação mais intensa (pausas programadas de trabalho, entre outros procedimentos).

## **4.2. Avaliação Quantitativa dos Impactos Ambientais na Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos**

Os impactos ambientais obtidos neste subitem estão relacionados com seis atividades impactantes. Na sequência, descreveram-se os fatores ambientais que apresentaram relações de impacto com as mencionadas atividades.

### **4.2.1. Contratação de Mão-de-Obra**

Refere-se à contratação de mão-de-obra direta ou por terceirização. Esta atividade apresentou relação impactante com, apenas, um fator ambiental do meio antrópico.

**Empregos** – A demanda de mão-de-obra necessária à realização das atividades mecanizadas e semimecanizadas desempenha uma influência positiva e direta sobre o fator ambiental “empregos”.

### **4.2.2. Derrubada Florestal Semimecanizada**

Esta atividade refere-se ao abate de árvores usando-se motosserras. Esta operação é geralmente restrita a áreas íngremes nas quais a declividade limita a utilização de máquinas (na empresa os povoamentos em estudo localizam-se em áreas de grande declividade). A atividade apresentou relação impactante com um total de 11 fatores ambientais dos compartimentos dos meios físico, biótico e antrópico.

**a) Ar (partículas sólidas e gases)** – A produção de gases resultantes da combustão, ao usar-se a motosserra na derrubada de árvores, bem como de partículas sólidas, quando ocorre a queda de árvores sobre o solo, deterioram a qualidade do ar.

**b) Recurso edáfico (compactação e erosão)** – O impacto das árvores sobre o solo, assim como o pisoteio de pessoas na área de corte das árvores, proporcionam um aumento na compactação do mesmo. Este processo,

concomitantemente com o desnudamento do solo, devido à eliminação de árvores, contribui para o aparecimento de erosão.

**c) Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** – O aumento da velocidade de escoamento superficial, ocasionado pela compactação do solo, potencializa a perda de nutrientes do sítio, proporcionando, por conseqüência, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**d) Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** – Quando o corte das árvores é realizado em áreas limites entre a floresta plantada e a vegetação nativa (original) ocorre, muitas vezes, a queda de árvores sobre a reserva. Quanto a vegetação plantada, observam-se dois impactos: um negativo (por causa da colheita da floresta) e um outro positivo (pela retomada do crescimento). Deve-se salientar, no entanto, que o referido impacto positivo só ocorre nas situações nas quais é adotada a prática silvicultural de condução da brotação. No caso de vegetação do sub-bosque, os impactos negativos estão relacionados ao trânsito de pessoas na área de corte, bem como à queda das árvores provenientes da colheita florestal.

**e) Empregos** – Esta atividade proporciona maior demanda de mão-de-obra, pelo fato de ser realizada de forma semimecanizada, gerando, por conseqüência, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**f) Acidentes** – Nesta atividade os trabalhadores ficam diretamente expostos às frentes de trabalho. Portanto, ficam mais susceptíveis aos riscos de acidentes. Somando-se a isto, as áreas destinadas ao corte semimecanizado geralmente são mais acidentadas, o que vem agravar, ainda mais, a atuação dessa atividade sobre aquelas pessoas.

**g) Paisagismo** – A extração da madeira expõe, ainda mais, o solo nas áreas de corte, o que vem contribuir para a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.2.3. Guinchamento por Cabo Aéreo**

Esta atividade refere-se à colheita florestal, utilizando-se o sistema de árvores inteiras (*full- tree*) por meio da extração por cabos aéreos. A realização

desta operação é restrita a áreas de grandes declividades (terrenos fortemente inclinados, como é o caso deste estudo), as quais limitam o uso de outras máquinas para extração.

A atividade apresentou relação impactante com um total de onze fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**a) Ar (partículas sólidas e gases)** – Ocorrência da emissão de gases resultantes da combustão devido ao uso da parte motriz do sistema de cabos aéreos e o aumento da concentração de particulados (poeira), por causa do atrito de uma das extremidades do feixe de árvores com o solo, quando da tração do feixe pela torre de cabo aéreo. Com isto, ocorre a depreciação da qualidade do ar.

**b) Recurso hídrico (assoreamento e vazão)** – Indução à depreciação da qualidade da água pelo assoreamento dos mananciais vizinhos devido a incidência de processos erosivos no solo, os quais carregam os particulados. Também existe a indução à desregularização da vazão dos mananciais hídricos vizinhos devido a alterações no balanço hidrológico da área, ocasionadas pela compactação do solo.

**c) Recursos edáficos (compactação e erosão)** – O contato do feixe de madeira com a superfície do solo induz ao surgimento do processo de compactação daquele último, bem como o atrito do referido feixe com aquela mesma superfície induz ao processo erosivo do solo.

**d) Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** – A remoção do material lenhoso, pela extração por cabos aéreos, induz ao desequilíbrio no balanço de nutrientes do solo.

**e) Flora terrestre (vegetação de sub-bosque)** – A vegetação do sub-bosque, remanescente ao corte florestal, é danificada pelo seu contato com o feixe de madeira.

**f) Empregos** – Esta atividade proporciona a geração de empregos às pessoas envolvidas na extração por cabos aéreos. Há que se considerar também, neste contexto, que a mão-de-obra dos operadores das torres de cabos aéreos é mais qualificada e, por conseqüência, seus salários devem ser maiores.

**g) Acidentes** – Esta atividade apresenta poucos riscos de acidentes, uma vez que os operadores das torres encontram-se protegidos dentro de cabines e à uma certa distância em relação às frentes de trabalho. No entanto, na empresa em estudo, somente um dos três modelos de torre utilizados apresenta cabine. Por conseqüência, seu respectivo operador fica sujeito a um risco menor de acidentes enquanto os operadores das outras duas torres, as quais não possuem cabine, encontram-se mais susceptíveis ao referido risco.

**h) Paisagismo** – A extração de madeira por cabos aéreos causa depreciação da qualidade paisagística da área devido ao dano causado à vegetação do sub-bosque, remanescente ao corte florestal, pelo atrito de uma das extremidades das toras, quando da tração dos feixes pelas torres dos cabos aéreos.

#### **4.2.4. Arraste Mecanizado**

Esta atividade está relacionada ao arraste de toras das áreas próximas às torres de cabos aéreos até a margem da estrada, usando-se um skidder com garra. A atividade apresentou relação impactante com um total de nove fatores ambientais dos meios físico e antrópico.

**a) Ar (partículas sólidas e gases)** – A produção de gases oriundos da combustão, quando do funcionamento dos tratores, bem como as partículas sólidas, quando se promove o arraste das toras, depreciam a qualidade do ar.

**b) Recurso hídrico (vazão)** – A compactação do solo, devido ao arraste das toras, promove o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, depreciando a infiltração e percolação de água no perfil do terreno, o que causa a desregularização da vazão.

**c) Recursos edáficos (compactação e erosão)** – O arraste das toras, quando do contato das mesmas com o solo, promove o sulcamento desse último pelo skidder e isto induz ao surgimento do processo de compactação. Além disto, o atrito das referidas toras com o solo potencializará a ocorrência de fenômenos erosivos do mesmo.

**d) Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** – Indução ao desequilíbrio no balanço de nutrientes do solo devido ao arraste de toras na superfície do mesmo.

**e) Empregos** – Ocorre a geração de empregos às pessoas envolvidas com a extração com skidder.

**f) Acidentes** – Esta atividade apresenta poucos riscos de acidentes, uma vez que o operador do skidder encontra-se protegido dentro da cabine.

**g) Paisagismo** – O arraste das toras expõe o solo e causa danos à sua camada superficial, contribuindo, assim, com a depreciação do aspecto cênico.

#### **4.2.5. Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado**

Esta atividade refere-se à remoção de galhos das toras, bem como ao corte de topo das mesmas (corte transversal ao eixo axial das toras) com o uso de motosserra. A atividade apresentou relação impactante com um total de três fatores ambientais.

**a) Ar (gases)** – A produção de gases oriundos da combustão, quando do funcionamento da motosserra, deprecia a qualidade do ar.

**b) Emprego** – Por ser realizada de forma semimecanizada, esta atividade proporciona maior demanda de mão-de-obra, gerando, por conseqüência, um impacto positivo relevante para esse fator ambiental.

**c) Acidentes** – Esta atividade expõe os trabalhadores diretamente às frentes de trabalho intensivo. Pelo fato de realizarem suas tarefas apenas com o uso de EPIs, portanto, fora de cabines que os protejam de maneira mais eficaz, eles se tornam mais susceptíveis aos riscos de acidentes.

#### **4.2.6. Traçamento e Empilhamento Mecanizado**

Esta atividade refere-se ao traçamento e ao empilhamento de toras diretamente nos veículos de transporte, usando-se uma garra traçadora (“loader slasher”).

A atividade apresentou relação impactante com um total de cinco fatores dos compartimentos ambientais dos meios físico e antrópico.

**a) Ar (partículas sólidas e gases)** – Depreciação da qualidade do ar, pela emissão de gases resultantes da combustão originária do uso das máquinas, bem como pelo aumento da concentração de particulados (poeira) em razão do traçamento e empilhamento.

**b) Empregos** – Há a geração de empregos às pessoas envolvidas com esta atividade. Infelizmente, esta, por ser uma operação mecanizada, deve-se levar em conta, ainda, que a mesma gera um número menor de empregos. Trata-se, portanto, de um impacto positivo, porém, de magnitude baixa para esse fator ambiental.

**c) Acidentes** – Esta atividade, também pelo fato de a mesma ser mecanizada, ela necessita de um número reduzido de operadores (apenas um). É realizada a uma distância maior, em relação a outras frentes de trabalho, em terreno mais plano, bem como o operador dessa máquina desenvolve suas atividades dentro de uma cabine, o que acarreta uma redução de riscos de acidente ao mesmo.

**d) Paisagismo** – A formação de pilhas de toras diretamente nos veículos de transporte, às margens da estrada, promove um contraste desagradável com o ambiente, para os olhos humanos, o que proporciona a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.2.7. Principais Impactos Ambientais Identificados e suas Respectivas Medidas Ambientais**

Identificaram-se 16 impactos ambientais, referentes ao sistema de colheita avaliado, os quais são listados a seguir, juntamente com suas respectivas medidas ambientais, minimizadoras ou potencializadoras, conforme o caso.

**a) Geração de Empregos** – Para a realização de diferentes atividades. Medidas potencializadoras: Empregar, prioritariamente, as pessoas residentes no local do empreendimento ou em comunidades circunvizinhas; priorizar as atividades do sistema de colheita usado, que gerem uma maior demanda de mão-de-obra.

**b) Depreciação da Qualidade do Ar** – Pelo aumento da concentração de particulados (poeira), quando da emissão de partículas sólidas, por causa do atrito de uma das extremidades dos fustes das árvores com o solo, ocasionado pela tração dos feixes, quando transportados pelos cabos aéreos, bem como nas operações que envolvem o decapeamento do solo, trânsito de máquinas e movimentação e impacto da madeira sobre o solo.

Medidas minimizadoras : Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução criteriosa das tarefas.

**c) Depreciação da Qualidade do Ar** – Quando da emissão de gases resultantes da combustão, pelo uso da parte motriz do sistema de cabos aéreos e também pelo uso de outros diferentes tipos de máquinas, em operações diversas.

Medidas minimizadoras: Aprimorar a qualidade dos combustíveis e a parte mecânica das máquinas, diminuindo seu potencial poluidor; implantar um sistema eficiente de manutenção para os diferentes tipos de máquinas utilizadas.

**d) Assoreamento** – Aumento do nível dos corpos d'água, em virtude do aparecimento de fenômenos erosivos, causados pela compactação, desgaste e revolvimento do solo, decorrentes do contato direto do mesmo com os feixes de madeira tracionados pelas torres de cabos aéreos e pela execução de diferentes atividades no local.

Medidas minimizadoras: Realizar um planejamento operacional das áreas a serem colhidas; aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional da tarefa.

**e) Vazão** – Desregularização da vazão dos cursos d'água, em decorrência do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, quando da interferência direta no solo, pela colheita da floresta plantada e pelos danos gerados à vegetação de sub-bosque, resultantes do contato direto com os feixes de madeira tracionados pelas torres de cabos aéreos.

Medidas minimizadoras: Restringir os danos à vegetação de sub-bosque, planejando a retirada de madeira do talhão, em áreas próximas de

mananciais hídricos; aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional da tarefa.

**f) Compactação e Erosão do Solo** – Aumento da compactação e erosão do solo, resultantes da execução de diferentes atividades, e também, do revolvimento do mesmo, devido ao seu contato direto com uma das extremidades dos feixes de madeira, quando tracionados pelas torres de cabos aéreos.

Medidas minimizadoras: Realizar um planejamento operacional das áreas a serem colhidas; aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional da tarefa.

**g) Propriedades Químicas do Solo** – Alteração das propriedades químicas do componente edáfico, em virtude dos processos de compactação, revolvimento, decapeamento e desgaste do solo, resultantes da remoção do material lenhoso, devido a extração por meio de cabos aéreos.

Medidas minimizadoras: Repor os nutrientes via adubação.

**h) Base Genética (Vegetação nativa e de sub-bosque)** – Estreitamento da base genética das espécies vegetais, em virtude dos danos gerados à vegetação nativa e de sub-bosque, em decorrência do contato direto com os feixes de madeira tracionadas pelas torres de cabos aéreos.

Medidas minimizadoras: Estudar, criteriosamente, a direção de queda das árvores, a serem guinchadas pelos cabos aéreos, em áreas próximas da reserva.

**i) Cepas** – Danos acarretados às cepas, em virtude da execução da derrubada semimecanizada.

Medida minimizadora: Aperfeiçoar o treinamento dos operários, de modo a conscientizá-los a respeito da importância das brotações, a fim de se reduzirem os danos mecânicos sobre esse tipo de vegetação.

**j) Floresta Plantada** – Danos acarretados à floresta plantada, em decorrência da atividade de derrubada semimecanizada.

Medida minimizadora: Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional da tarefa.

**k) Crescimento** – Restabelecimento do crescimento em virtude da atividade de derrubada semimecanizada.

Medida potencializadora: Realizar o corte numa altura que possa favorecer o crescimento de brotações mais vigorosas, e, para isto, aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional da tarefa.

**l) Acidentes de Trabalho** – Possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, quando da realização de diferentes atividades.

Medidas minimizadoras: Conscientizar os operadores sobre a importância do uso dos equipamentos de proteção individual (EPI); aperfeiçoar o treinamento de todos os operários.

**m) Impacto Visual** – Em virtude da exposição do solo e dos danos gerados à sua camada superficial, em consequência das operações de derrubada florestal semimecanizada, guinchamento por cabo aéreo, arraste mecanizado, desgalhamento e destopamento semimecanizado e traçamento e empilhamento mecanizado.

Medidas minimizadoras: Conscientizar a equipe de trabalho a respeito dos problemas ambientais causados por aquelas atividades impactantes, proporcionando-lhes treinamento aperfeiçoado.

**n) Qualidade Paisagística** – Depreciação da qualidade paisagística, em virtude das consequências das atividades de derrubada florestal semimecanizada, guinchamento por cabo aéreo, arraste mecanizado, desgalhamento e destopamento semimecanizado e traçamento e empilhamento mecanizado.

Medidas minimizadoras: Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução de tarefas, que objetivem minimizar a depreciação da qualidade paisagística causada por aquelas cinco atividades impactantes.

#### **4.2.8. Aspectos Ambientais da Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos**

As matrizes de interação do sistema em estudo apresentaram cento e vinte relações de impacto ambiental (número de linhas X número de colunas -

Apêndice), oriundas da correlação de vinte Fatores Ambientais e seis Atividades Impactantes (Quadro 8 – Apêndice 2).

Não houve relação de impacto entre sete Fatores Ambientais Relevantes (Meio Físico- turbidez; Meio Biótico – vertebrados, insetos, macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton) e as Atividades Impactantes.

Esta não relação de impacto com os referidos fatores ambientais vem comprovar o fato importante de, neste estudo, a colheita florestal ter sido realizada, usando-se um sistema de colheita menos impactante como é o caso de árvores inteiras (Freitas, 2004 obteve menor impacto ambiental trabalhando com toras compridas, sistema bastante semelhante ao de árvores inteiras deste trabalho) e a extração realizada por cabos aéreos, que, segundo a literatura (Miller e Sirois, 1986 e Wooldridge, 1960 citados por SEIXAS, 2008 e Kretschek *et alii*, 2006), apresenta um baixo impacto ambiental, quando comparado a outros sistemas de extração florestal, mais comumente usados em nosso País.

#### **4.2.8.1. Meio Físico**

Quando se correlacionam os fatores ambientais deste meio com as Atividades Impactantes (Quadro 8 – Apêndice 2) , obtêm-se valores mais expressivos de impacto ambiental negativo para os fatores Partículas Sólidas (-10 pontos), Gases (-9) e Compactação (-7) cujos resultados se correlacionam, diretamente, com a Atividade Impactante Arraste Mecanizado (-34 pontos) que, por sua vez, destaca-se, em impacto ambiental negativo, entre as demais.

Conforme discutido no subitem 4.2.4, a Atividade Impactante Arraste Mecanizado, é realizada usando-se um *skidder* com garra. Esta máquina, ao realizar o arraste de toras, libera partículas sólidas para o ambiente, e, a combustão do seu motor, gera gases que causam um impacto negativo no ar. Além disto, o *skidder*, ao arrastar as toras, promove, com este procedimento, somado ao seu peso, o sulcamento do solo, causando a compactação do mesmo, e, por conseqüência, promovendo impacto ambiental negativo ao meio físico.

Além disto, no Meio Físico, a ocorrência de maior impacto negativo, deu-se com o fator ambiental Gases, que se destacou, em números totais, com -26 pontos, seguido, em ordem decrescente de magnitude de impacto, pelos fatores ambientais Compactação (-20) e Partículas Sólidas (-19), quando correlacionados com aquelas seis Atividades Impactantes, em conjunto. Ainda, é importante acrescentar, que aqueles três últimos são, exatamente, os fatores ambientais que auxiliaram na viabilização de um impacto negativo destacado (-34 pontos) para a Atividade Impactante Arraste Mecanizado, o que foi causado pelo uso do *skidder*, como se discutiu anteriormente neste subitem.

#### **4.2.8.2. Meio Biótico**

Como se comentou no início deste subitem não houve correlação de impacto entre seis Fatores Ambientais do Meio Biótico com as Atividades Impactantes estudadas. Os demais fatores do referido Meio apresentaram uma correlação de impacto ambiental negativo pouco expressiva, em relação àqueles dos outros meios. Dentre eles, destacou-se o fator ambiental Vegetação de Sub-Bosque (-6 pontos), seguido em ordem decrescente, e apresentando pequenos valores de correlação de impacto ambiental negativo, os fatores Vegetação Plantada (-2) e Vegetação Original (-1), os quais se correlacionaram com a Atividade Impactante Derrubada Florestal Semimecanizada. Paralelamente, o fator Vegetação de Sub-Bosque (-2) correlacionou-se, também, com a Atividade Impactante Guinchamento por Cabo Aéreo, apresentando, igualmente, impacto ambiental negativo.

A Atividade Impactante Derrubada Florestal Semimecanizada é realizada com motosserra. Na referida atividade, o corte das árvores é feito em áreas limites entre a vegetação original e a floresta plantada. Com isto, ocorre, muitas vezes, a queda de árvores sobre a floresta nativa, acarretando um impacto negativo à mesma como se observa no Quadro 8 – Apêndice 2. Na floresta plantada o impacto negativo observado (Quadro 8 – Apêndice 2) é causado quando da colheita da floresta. No caso da vegetação de sub-bosque, o impacto negativo verificado (Quadro 8 – Apêndice 2) está relacionado ao

trânsito de pessoas na área de corte e, também, à queda das árvores, originária da colheita florestal.

Ainda, na Vegetação de Sub-Bosque, este Fator Ambiental, na sua correlação com a Atividade Impactante Guinchamento por Cabo Aéreo, apresentou um impacto negativo (-2). Isto se explica pelo fato de a Vegetação de Sub-Bosque, remanescente ao corte florestal, ser danificada pelo seu contato com uma das extremidades do feixe de madeira com o solo, quando o mesmo é tracionado pelos cabos aéreos.

Também no Meio Biótico, em números totais, quando se correlacionam os Fatores Ambientais, separadamente, com as seis Atividades Impactantes, em conjunto, observa-se a ocorrência de maior impacto ambiental negativo para o Fator Vegetação de Sub-Bosque (-8 pontos), seguido, em ordem decrescente de valor de impacto negativo, os Fatores Vegetação Plantada (-2) e Vegetação Original (-1) cuja causa determinante explica-se como apresentado anteriormente para este Meio Biótico.

#### **4.2.8.3. Meio Antrópico**

Neste Meio obtiveram-se valores de impactos ambientais positivos, quando se correlacionam, individualmente, o fator ambiental Empregos com as seis Atividades Impactantes estudadas. Entre essas últimas, destacou-se a Atividade Contratação de Mão-de-Obra com +19 pontos, seguida por quatro outras de igual valor cada uma (+13 pontos): Derrubada Florestal Semimecanizada, Guinchamento por Cabo Aéreo, Arraste Mecanizado e Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado, sendo que a Atividade Impactante Traçamento e Empilhamento Mecanizado apresentou-se com 12 pontos, também, positivos.

Como se discutiu anteriormente, em todos os subitens de 4.2, de maneira resumida, pode-se inferir que, em todas as seis Atividades Impactantes, quando correlacionadas, cada uma, com o Fator Empregos, ocorre uma demanda de mão-de-obra necessária à realização, individual, de todas as atividades mecanizadas e semimecanizadas. Isto vem resultar num impacto positivo e, ao mesmo tempo, numa relação direta do Fator Empregos

com aquelas seis Atividades Impactantes, o que justifica a performance positiva desse Fator, quando correlacionado, individualmente, com aquelas seis Atividades Impactantes estudadas (Quadro 8 – Apêndice 2).

Ainda no Meio Antrópico, o Fator Ambiental Acidentes, quando correlacionado a cada uma daquelas seis Atividades Impactantes, observa-se que, em todas as correlações, os impactos foram negativos, embora com valores não muito elevados. Neste contexto, destacou-se a correlação daquele Fator Ambiental com a Atividade Derrubada Florestal Semimecanizada (-7 pontos), seguindo-se-lhe, em ordem decrescente de impacto negativo, as correlações do mesmo fator com as Atividades Impactantes Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado (-6), bem como Guinchamento por Cabo Aéreo e Arraste Mecanizado com a mesma pontuação negativa (-5), cada uma, e Traçamento e Empilhamento Mecanizado (-1).

Nas Atividades Impactantes Mecanizadas (Guinchamento por Cabo Aéreo, Arraste Mecanizado com *Skidder* e Traçamento e Empilhamento Mecânico Mecanizado com *Slasher*) os operários trabalham dentro de cabines que os protegem de acidentes (exceção feita para os modelos de cabos aéreos – modelos K301 e K501, nos quais não existem cabines), sendo que nas Atividades Semimecanizadas (Derrubada Florestal e Desgalhamento e Destopamento) os operários realizam suas tarefas diretamente expostos nas frentes de trabalho, sendo que boa parte dessas atividades é realizada em áreas mais acidentadas nas quais a elevada declividade do terreno limita a utilização de máquinas, o que justifica valores maiores de impactos negativos para essas atividades semimecanizadas (Quadro 8 – Apêndice 2).

Quanto ao Fator Paisagismo, quando correlacionado a cada uma das seis Atividades Impactantes, observa-se uma gradação decrescente de impactos negativos, sendo que a correlação do mesmo com a Atividade Derrubada Florestal Semimecanizada apresentou-se com um valor de -9 pontos, bem como as duas Atividades Impactantes Guinchamento por Cabo Aéreo e Arraste Mecanizado apresentaram-se, cada uma, com um valor de impacto ambiental negativo de -4 pontos e a correlação daquele mesmo fator

com a Atividade Traçamento e Empilhamento Mecanizado apresentou-se com -1 ponto de impacto negativo.

O impacto ambiental daquelas quatro Atividades, quando correlacionadas, cada uma, ao Fator Paisagismo, permite considerar que aquelas três últimas são atividades mecanizadas, sendo que:

- a) No guinchamento por Cabo Aéreo (- 4 pontos) o impacto negativo é causado à vegetação do sub-bosque remanescente ao corte florestal, pelo atrito de uma das extremidades dos feixes de toras com o solo, quando do tracionamento dos feixes pelos cabos aéreos;
- b) No Arraste Mecanizado, o *Skidder* expõe o solo e causa danos à camada superficial do mesmo ao arrastar as toras;
- c) No Traçamento e Empilhamento Mecanizado a garra traçadora viabiliza a formação de pilhas de madeira diretamente nos veículos de transporte, à margem da estrada.

Por conseqüência da implementação prática dessas atividades na colheita florestal, a característica própria de cada uma delas irá contribuir para a depreciação da qualidade paisagística dos compartimentos ambientais onde atuarem, o que justificam aqueles impactos negativos obtidos.

Ainda no Meio Antrópico, analisando-se o saldo final das correlações entre os três fatores ambientais desse Meio, em conjunto, com as seis Atividades Impactantes, separadamente, observa-se que houve, apenas, uma correlação que apresentou impacto negativo, isto é, a Derrubada Florestal Semimecanizada (-3 pontos). As demais correlações daqueles três fatores com as cinco Atividades Impactantes remanescentes, apresentou uma gradação decrescente de impactos ambientais positivos em que se destacou a correlação com a Atividade Contratação de Mão-de-Obra (+19 pontos), seguida pela Atividade Impactante Traçamento e Empilhamento Mecanizado (+10), Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado (+7), sendo que as correlações referentes àqueles Fatores Ambientais, em conjunto, com as Atividades Impactantes Guinchamento por Cabo Aéreo e Arraste Mecanizado, apresentaram, cada uma, um valor de impacto ambiental positivo de +4 pontos.

Os resultados das correlações dos três Fatores Ambientais, em conjunto, com as referidas Atividades Impactantes, separadamente, são justificados como, inicialmente, se fez para os Fatores Empregos, Acidentes, Paisagismo e demais correlações apresentadas para os Meios Físico, Biótico e Antrópico.

#### 4.2.8.4. Meio Físico, Biótico e Antrópico

Em números totais, correlacionando-se os Fatores Ambientais, em conjunto, com as Atividades Impactantes, também em conjunto (Quadro 8 – Apêndice 2) observa-se que o Meio Físico apresentou-se com um saldo de impacto negativo maior (-96 pontos), o que o destaca do Meio Biótico (-11). Quanto ao Meio Antrópico, na referida correlação, ele se apresentou com um impacto ambiental positivo (+41 pontos).

Esses valores, em termos percentuais totais, conferem aos compartimentos ambientais dos Meios Físico, Biótico e Antrópico, uma distribuição de impactos de 64,43%, 7,38% e 28,19%, respectivamente (Figura 7).

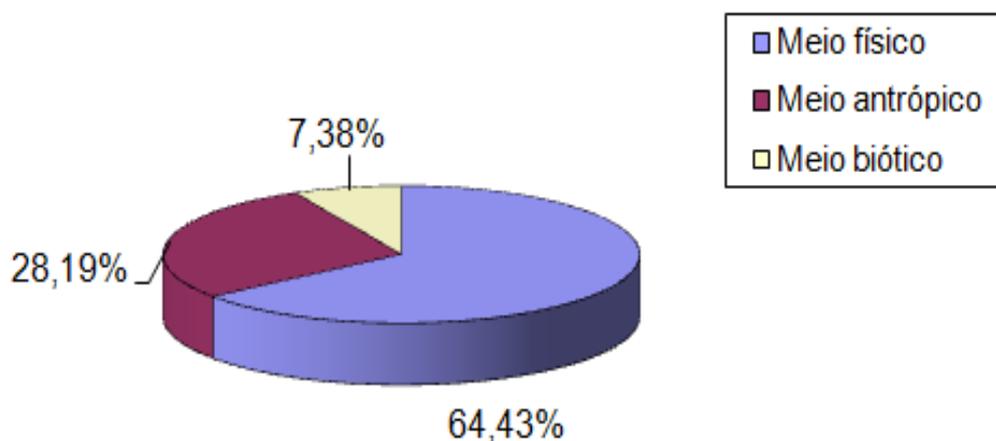


Figura 7 – Distribuição dos impactos ambientais, nos compartimentos dos três meios físico, biótico e antrópico, em função das atividades impactantes.

Ao final (Quadro 8 – Apêndice 2), para as correlações de todos os Fatores Ambientais Relevantes (20) com todas as atividades Impactantes (6), obtiveram-se totais de Impactos Ambientais positivos (+83) e negativos (-149), perfazendo um saldo final de -66 ou 44,29% de impacto ambiental negativo para o Sistema de Colheita de Árvores Inteiras por meio da Extração por Cabos Aéreos.

Estes resultados totais de impactos negativos e positivos estão justificados, em subitens anteriores, por meio daquilo que se discutiu nas correlações entre os Fatores Ambientais Relevantes e as Atividades Impactantes, existentes nos compartimentos ambientais de seus respectivos Meios.

#### **4.2.9. Perfil dos Impactos Ambientais na Colheita de Árvores Inteiras por Cabos Aéreos**

Como se discutiu anteriormente, as matrizes de interação elaboradas apresentaram seis Atividades Impactantes e vinte Fatores Ambientais. Destes, sete foram do Meio Físico, três do Meio Biótico e três outros do Meio Antrópico (Quadro 8 – Apêndice 2 e Planilhas – Apêndice 3), o que totalizou cento e vinte correlações de impacto ambiental.

Esse número grande de relações de impacto, juntamente com a subjetividade do método que se utilizou, acrescido de quatro repetições (quatro pessoas que preencheram as planilhas), propiciou um saldo total de impacto com bastante variabilidade. Ao final, traçou-se o perfil dos impactos ambientais oriundos da colheita de árvores inteiras com a extração por meio de cabos aéreos (Quadro 6 e Figura 8).

Quadro 6 – Saldo dos impactos ambientais nas seis atividades impactantes

<b>Atividades impactantes</b>	<b>Saldo total de impactos ambientais</b>	<b>Saldo médio de impactos ambientais</b>
Contratação de mão-de-obra	+19	+4,75
Derrubada florestal semimecanizada	-30	-7,50
Guinchamento por cabo aéreo	-27	-6,75
Arraste mecanizado	-30	-7,50
Desgalhamento e destopamento semimecanizado	+3	+0,75
Traçamento e empilhamento mecanizado	-1	-0,25

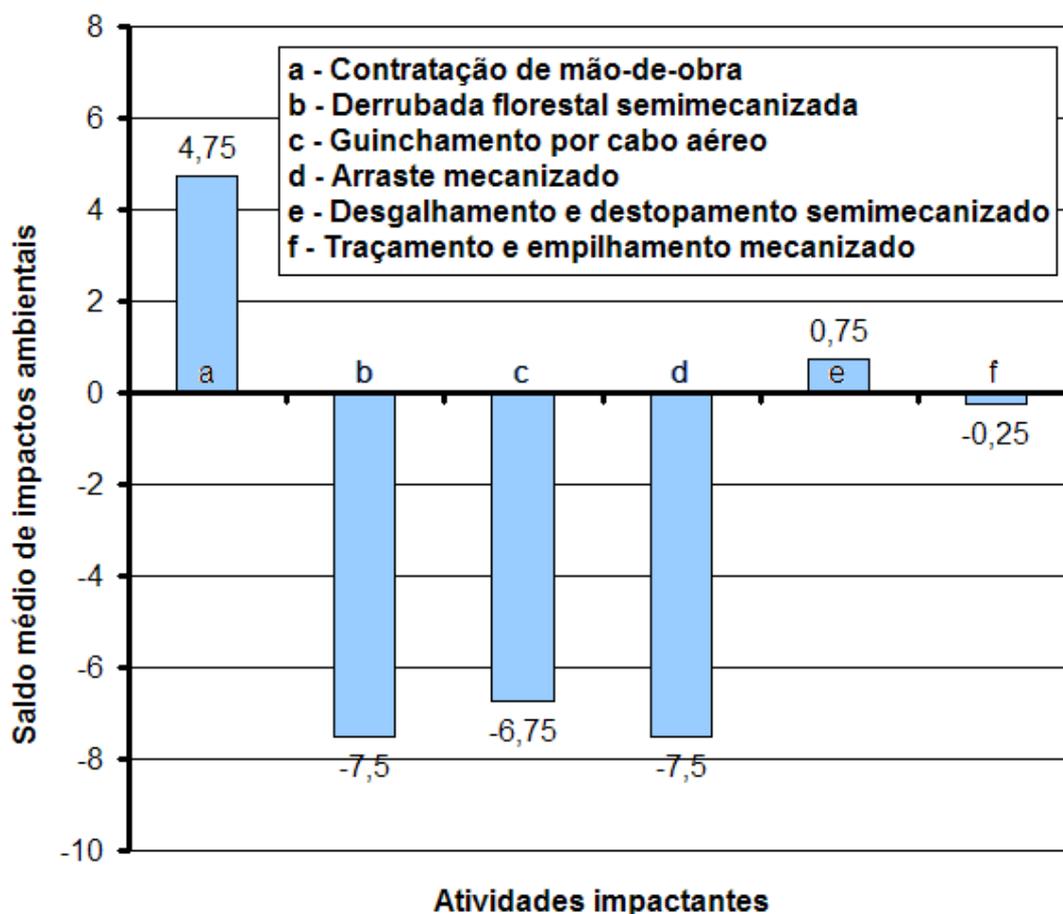


Figura 8 – Perfil dos impactos ambientais – Avaliação pelo saldo de impactos em função das atividades impactantes

Do Quadro 6 e da Figura 8, quanto ao perfil dos impactos nos compartimentos ambientais dos três meios estudados em função das atividades impactantes, pode-se inferir que:

- As atividades impactantes “Contratação de Mão-de-Obra” e “Desgalhamento e Destopamento Semimecanizado” mostraram-se com impactos ambientais positivos;
- No cômputo geral, e em sua maioria, os impactos mostraram-se negativos nas demais atividades impactantes.

#### 4.2.10. Perfil dos Respondentes

No Quadro 7 e Figura 9, observa-se que o respondente R1 atribuiu, como resultado final em sua resposta, um saldo médio de impacto ambiental positivo (+1,33). Nos mesmos Quadro e Figura, também se observa, que os respondentes R2, R3 e R4, em média, atribuíram um número de valores de impactos ambientais negativos como resultado final de suas respectivas respostas (média de - 4,11). Portanto esses últimos respondentes apresentaram-se com um perfil de respostas de, aproximadamente, 3,09 vezes maior, em relação ao valor daquele outro, porém, em impactos ambientais negativos.

Quadro 7 – Valores de impactos ambientais atribuídos pelos respondentes em função das atividades impactantes

Respon- dentes	Atividades impactantes						Saldo	Média
	Contratação de mão-de- obra	Derrubada florestal semimeca- nizada	Guinchamen- to por cabo aéreo	Arraste mecaniz- ado	Desgalhamen- to e destopa- mento semi- mecanizado	Traçamento e empilhamento mecanizado		
R1	5	4	-3	-3	2	3	8	1,33
R2	5	-7	-7	-6	2	1	-12	-2,00
R3	5	-16	-11	-12	-2	-4	-40	-6,67
R4	4	-11	-6	-9	1	-1	-22	-3,67

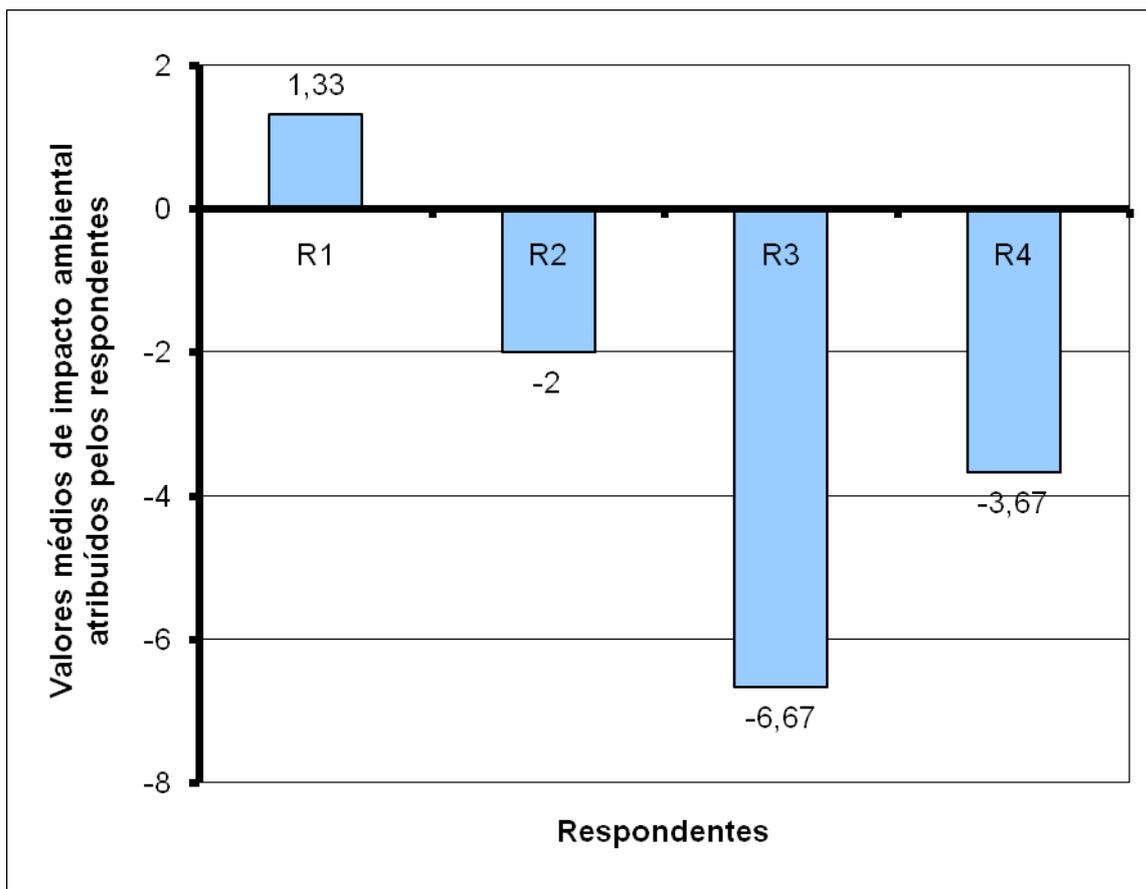


Figura 9 – Perfil dos respondentes em função dos valores médios de impacto ambiental, atribuídos às atividades impactantes.

Além disso, há que se considerar também, que o fato de R2, R3 e R4 terem um valor médio de impactos de - 4,11, isto permite inferir que os mesmos apresentaram uma dispersão (ou não homogeneidade) de respostas em suas respectivas planilhas, quando comparado, entre eles, os valores médios de impactos ambientais que cada um atribuiu. Deve-se acrescentar também que, quando os valores médios individuais de R2 (-2,00), R3 (-6,67) e R4 (-3,67) são comparados com R1 (com valor médio atribuído de impacto positivo = +1,33) a referida dispersão torna-se maior ainda, o que se pode verificar também, graficamente (Figura 9).

Pelo exposto, pode-se deduzir que o perfil do respondente R1 apresentou tendência para respostas, em sua maioria, para impactos positivos, ou então, que foi atribuído, por ele, um maior número de pontos positivos ao

serem avaliados os impactos ambientais oriundos das correlações, nas matrizes, entre fatores ambientais e atividades impactantes nos compartimentos dos Meios Físico, Biótico e Antrópico. Paralelamente, e de modo contrário, pode-se inferir também, que os respondentes R2, R3 e R4 tendem, cada um, mais para respostas relativas a impactos negativos, ou então, que atribuíram maior número de pontos negativos na avaliação dos mesmos impactos ambientais respondidos ou avaliados por R1.

Deve-se considerar, também, que as respostas nas planilhas são subjetivas, e, que o profissional de nível médio (no caso um técnico florestal, R1), demonstrou possuir um tipo de concepção própria, particular, quando apresentou suas respostas a respeito da valoração dos impactos ambientais (no seu caso a maioria foi de impactos ambientais positivos). De outro modo, os três outros respondentes (um técnico agrícola, R2, e dois engenheiros florestais, R3 e R4) demonstraram, pelas respostas apresentadas nas suas respectivas planilhas, uma concepção um tanto diferente daquela de R1 devido, talvez, ao fato de este último ter 22 anos de experiência, exclusivamente, em colheita florestal enquanto os demais possuem um menor tempo de experiência na referida área.

Evidentemente, apesar da subjetividade das respostas aos assuntos das matrizes de interação, embora tenha sido realizada uma reunião prévia com os respondentes antes do preenchimento das planilhas (Apêndice 3), fica demonstrado, que o perfil do respondente R1 é diferente daqueles de R2, R3 e R4, uma vez que as respostas desses três últimos foram, em sua grande maioria, expressas por meio de valores negativos, atribuídos aos impactos, como se mencionou inicialmente, o que propiciou um impacto ambiental final médio (- 4,11), de resultado negativo, o que vem caracterizar o perfil dos mesmos em relação àquele de R1.

Acredita-se que seria recomendável fazerem-se reuniões, apresentando explicações as mais pormenorizadas possíveis a respeito dos assuntos relativos ao preenchimento das planilhas, para os respondentes, antes de os mesmos preencherem as respectivas planilhas com suas respostas. Ou ainda, utilizarem-se pessoas respondentes de um mesmo nível técnico, quando

possível, e expor-lhes o assunto, em detalhes, tentando, com este proceder, fornecer-lhes uma clareza maior a respeito do real significado de cada item existente na planilha.

No entanto, haverá sempre a subjetividade interagindo nas respostas. Porém, esse “desvio padrão” é inerente ao assunto, o que, por conseqüência, irá proporcionar perfis diferenciados dos respondentes. No entanto, devem-se estabelecer procedimentos que objetivem minimizar esses “desvios” para obter-se, no final, um perfil mais homogêneo para o conjunto de respondentes e ter-se, por conseqüência, uma avaliação com valores mais próximos da realidade, atribuídos às correlações de impacto ambiental nas planilhas.

## 5. CONCLUSÕES

- Os cabos aéreos, modelos K301 e K501, não atendem aos padrões ergonômicos, pois não possuem cabines originais de fábrica.
- O modelo K601 possui cabine e permite ao operador subir e descer sem riscos de escorregar.
- Os operadores dos modelos K301 e K501 não desenvolvem seus respectivos trabalhos em posição ergonômica favorável.
- O operador do modelo K601 apresenta posição de trabalho adequada
- O assento do operador do modelo K601 apresenta projeto, construção e dimensões adequadas à tarefa e ao operador.
- O assento dos operadores dos modelos K301 e K501 não atendem às tarefas e nem aos operadores.
- Os controles e instrumentos são, na sua maioria, adequados ao trabalho realizado pelo operador do modelo K601.
- Nos modelos K301 e K501, só existem acelerador, cabo de embreagem e freio, ou seja, os controles e instrumentos dessas máquinas não se enquadram em padrões ergonômicos.
- Nos modelos K301 e K501 não há controle de clima, já no modelo K601 o mesmo existe.
- O operador do modelo K601 não sofre da interferência de vidros embaçados na cabine, bem como possui uma visão clara do campo de trabalho, e ainda, os componentes da máquina não obstruem sua visão e a máquina está equipada com limpadores de parabrisa.
- No modelo K601, o nível de ruído dentro da sua cabine está abaixo de 85 dB (A), ou seja, está compatível com a exigência legal.
- O operador do cabo aéreo modelo K601 trabalha em condições corretas, pois sua cabine de trabalho é bem projetada (possui vedação, posicionamento do sistema de exaustão, livre de poeira, de odores dos gases de exaustão e cheiro de óleo).

- Os operadores dos modelos K301 e K501 encontram-se totalmente à mercê dos gases de exaustão, fuligens e poeira.
- No modelo K601 a máquina é bem projetada com respeito à vibração, sendo que o operador trabalha em condições adequadas.
- Os operadores dos modelos K301 e K501 sentem a vibração da máquina, quando a madeira é tracionada pelos cabos aéreos, o que causa desconforto aos referidos operadores.
- O meio biótico foi o que sofreu menor impacto ambiental negativo.
- O meio físico apresentou o maior impacto ambiental negativo.
- O meio antrópico apresentou-se com maior impacto positivo.
- Não houve relação de impacto ambiental para 7 fatores ambientais relevantes, sendo 1 do Meio Físico (Turbidez) e 6 do Meio Biótico (Vertebrados, Insetos, Macrófitas, Fitoplâncton, Peixes e Zooplâncton).
- Entre os 13 fatores de impacto ambiental relevantes, as atividades impactantes Derrubada Florestal Semimecanizada e Guinchamento por Cabo Aéreo apresentaram relação de impacto ambiental com 11 fatores ambientais relevantes dos Meios Físico, Biótico e Antrópico, sendo 1 impacto positivo e 10 negativos.
- A Atividade Impactante Contratação de Mão-de-Obra apresentou interação apenas com 1 fator ambiental relevante (Empregos), do Meio Antrópico, cujo impacto foi positivo.
- O sistema de colheita de árvores inteiras por meio da extração com cabos aéreos apresentou 44,29% de impacto ambiental negativo.
- Há perfil de impacto ambiental positivo para a contratação de mão-de-obra, para desgalhamento e destopamento semimecanizado.
- Há perfil de impacto ambiental negativo para a derrubada florestal semimecanizada, guinchamento por cabo aéreo, arraste mecanizado e traçamento e empilhamento mecanizado.
- Quanto ao perfil dos respondentes, não houve comportamento homogêneo em suas respostas.

## 6. RECOMENDAÇÕES

1. Se a empresa entender necessária a permanência dos modelos K301 e K501, em seu sistema de trabalho, deveria implementar adaptações ergonômicas às características antropométricas dos operadores.
2. Recomenda-se o treinamento periódico de mão-de-obra para todos os operários da colheita e extração de madeira, enfocando tanto aspectos ambientais quanto ergonômicos para os mesmos.
3. A empresa deve ter um cuidado constante com a manutenção da limpeza das estradas de acesso ao posto de operação das torres, pois o posicionamento e as características dessas vias, muitas vezes, podem ser causa de acidentes.
4. Quanto aos operadores das torres modelos K301 e K501, eles sentem a vibração da máquina quando a madeira é puxada pelos cabos aéreos das torres. Portanto, as referidas máquinas não estão livres de vibração, podendo causar desconforto àqueles operadores. Recomenda-se, então, que a empresa diminua essas vibrações, realizando inspeções periódicas e, se necessário, fazer lubrificações e manutenções diversas, mais constantemente.
5. Recomenda-se, também, que, no caso de vibrações por longo período (quando houver trabalho muito intenso em determinada época), deverão ser programadas pausas de trabalho, em cada torre, de maneira a evitar a exposição contínua de cada operador de torre. Este procedimento é recomendado, também, para seus demais companheiros de trabalho.
6. Em pesquisa futura, seus responsáveis deverão fazer um número maior de reuniões com os respondentes das planilhas de impacto ambiental, e, também com os operadores de torres de cabos aéreos. Este

procedimento tem o objetivo de esgotarem-se os assuntos respectivos, em reunião, com a finalidade de todos eles terem um melhor conhecimento a respeito dos assuntos existentes nas planilhas. Com isto, acredita-se, ter-se-ão respostas com menor dispersão dos valores atribuídos.

7. Também em pesquisa futura, dever-se-ão utilizar pessoas respondentes de um mesmo nível técnico, quando possível, e expor-lhes o assunto, em detalhes, também em reuniões, tentando, com isto, fornecer-lhes uma clareza maior a respeito do real significado de cada item existente na planilha. Desta maneira, acredita-se que, no final, haverá um conjunto mais homogêneo de respostas, pelos respondentes, com valores mais próximos da realidade, atribuídos às correlações de impacto ambiental nas planilhas, e ter-se-á, por conseqüência, um perfil mais homogêneo para o conjunto de respondentes, tentando-se, também com esse proceder, minimizar a subjetividade, que, inevitavelmente, estará sempre interagindo nas respostas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. C. **Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois sistemas de colheita florestal no litoral norte da Bahia.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

ARBETSMILJÖINSTITUTET; FORSKINGSSTIFTELSEN SKORGSARBETEN; SLU SKOGSHOGSKOLAN **An ergonomic checklist for forestry machinery.** Oskarshamn, 1990. 43 p.

ASTETE, M.W. Ruído e vibrações. In: MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Curso de supervisors de segurança do trabalho.** São Paulo: Fundacentro, 1995. p. 1-31.

BAGIO, A. J.; STÖHR, G. W. D. Resultados preliminares de um levantamento dos sistemas de exploração usados em florestas implantadas no sul do Brasil. *Revista Floresta*, v. 9, n. 2, p. 76-96, 1978.

BARNES, R.M. Estudo de movimentos e de tempos; projeto e medida do trabalho. São Paulo, Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BOTELHO, E.M.D.; MACIEL, A.J. **Estatística descritiva:** um curso introdutório. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, UFV, 1992. 65p. (Publicação, 172).

BRAMUCCI, M. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "harvesters" na colheita de madeira. Piracicaba : ESALQ,2001. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, 2001.

BRASIL. Constituição (1988): Legislação ambiental, Resolução nº1 CONAMA, de 23 de janeiro de 1986. Coletânea de legislação de direito ambiental. 5 ed. São Paulo: Revista dos tribunais, 2006. cap. 22, impacto e licenciamento ambiental. p. 631-634.

BRITO, A.B.; MINETTE, L.J.; FERNANDES, H.C.; JUVÊNCIO, J. de F. Requisitos ergonômicos para o projeto de máquinas agrícolas e florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 2, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIF, 2005. p. 345-371.

CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas.** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1983. 44p.

CANAVATE, J.O. ; HERNANZ, J.L. **Técnica de la mecanización agrária.** Madrid: Mundi Prensa Libros, 1989. 641 p.

CERRO AZUL. **Características clima e solo.** Cerro Azul, PR: [s.c.]. Disponível em <<http://www.ferias.tur.br/informações/5955/cerro-azul-pr.html>>. Acesso: 23 ago. 2009.

CONWAY, S. **Logging practices;** principles of timber harvesting systems. São Francisco: Miller Freeman, 1976. 416 p.

COSTA, L. M. Manejo de solos em áreas reflorestadas. In: BARROS, N. F.; MOVAIS, R. F. (Ed.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa, MG: UFV, 1990. p.237-264.

CZIULIK, C., SELL, L, BACK, N. Aspectos ergonômicos no projeto de uma máquina agrícola. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 4, 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABERGO, FGV, 1989. p. 90-96.

DADALTO, G. G.; CAMARGO FILHO, O. G; CASTRO, L. L. F. **Captação de águas pluviais das estradas vicinais**. Vitória, ES: EMCAPA, 1990. 22p. (EMCAPA - Documentos, 63).

DURAFLORES, S. A. Técnicas silviculturais objetivando minimizar impactos ambientais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS / SBEF, 1990. p. 98-103.

DURATEX, Equipe técnica. Colheita da madeira em florestas com baixo volume por árvore. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4 , 1999, Campinas. **Anais...**Campinas: SIF, 1999. p. 54-72.

EDHOLM, O.G. **Biologia do trabalho**. Porto: Inova, 1968. 258 p.

FERNANDES, E. N. **Sistema inteligente de apoio ao processo de avaliação de impactos ambientais de atividades agropecuárias**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 122 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

FERNANDES, H. C.; LEITE, A. M. P. Proposta de uma metodologia para ensaio de máquinas colhedoras de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5 , 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SIF, 2001. p.227-239.

FERNANDES, I.M.; TIBÚRCIO, V.C.S. A utilização do alto grau de mecanização em subsistemas de exploração florestal de Pinus spp. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1, 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1987. p.144-148

FIEDLER, Nilton César. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira.** 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FONSECA, J.S. da ; MARTINS, G. de A. **Curso de estatística.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1993. 317p.

FONTES, J. M. **Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais: SIPLAM.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 134 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

FREITAS,L.C. **Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em plantios equiâneos de eucalipto.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

GARCIA, A. R.; MACHADO, C. C. Utilização do modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project) no monitoramento e controle de erosão em estradas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SIF, 2001. p.380-387.

GRAMMEL, R.H. A Relação entre o desgaste físico e psicológico e o grau de mecanização da colheita de madeira. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8, 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 194-205.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man - An Ergonomic Approach.** London: Taylor & Francis, 1982. 379 p.

HAKKILA, P.; MALINOVSKI, J.; SIRÉN, M. **Feasibility of logging mechanization in Brazilian forestry plantations**. Helsinki: FFRI, 1992. 68p. (Relatório de cooperação técnica FFRI-UFPR).

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 465 p.

IIDA, I; WIERZZBICKI, H.A.J. **Ergonomia: notas de aula**. São Paulo: EDUSP, 1978. 292 p.

JACOVINE, L. A. G. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.25, n.4, p.463-470, 2001.

KRETSCHKEK, O. E. ; OLIVEIRA, A. A. P. ; PERRETO, G.A. ; CORREA, C. Sistema de colheita de madeira com a utilização de cabos aéreos como alternativa para regiões inclinadas. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 14, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, UFPR, 2006. p. 123-131.

LIRA FILHO, J. A . **Impactos ambientais da exploração florestal de madeira numa área de floresta plantada em região acidentada, vale do Rio Doce, MG**. Viçosa: UFV, 1993. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.

LIRA FILHO, J. A. ; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C. Avaliação do impacto da exploração florestal no meio ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1991. p. 94-112.

LOPES, E. S.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J. Uso do programa SNAP III. (Scheduling and Network Analysis Program) na distribuição espacial das unidades de colheita florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SIF, 2001. p.340-352.

LUDKE, R. L. **Impactos ambientais da exploração florestal, em regime de manejo sustentável, praticada na várzea e na terra firme, Estado do Amazonas - Brasil.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 186 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

LUDKE, R. L.; SILVA, E.; COUTO, L.; VALE, A. B. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais da exploração florestal, em regime de manejo sustentável, praticada na várzea e na terra firme, Estado do Amazonas - Brasil.** Viçosa, MG: SIF, 2001. 164p. (Boletim Técnico, 17).

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**, 5, Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1985. 15p.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**, 6, Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 34p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Planejamento. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 185-230.

MACHADO, C. C. ; SILVA, E. N. da ; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MCCULLOUGH, W. **Ambiente de trabalho - Produtividade - Higiene - Segurança.** Rio de Janeiro: Fórum, 1987. 616 p.

MENDO, J.L.L. Desenvolvimento de máquinas utilizáveis na exploração florestal. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 2, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1991. p. 53-56.

MENEZES, J.B. **Uma proposta de metodologia para arranjo e dimensionamento de estação de trabalho.** Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 1976. 168p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1976.

MIRSHAWKA, R.M. **Manutenção preditiva:** caminho para zero defeitos. São Paulo, Edgard Blücher, 1977. 635 p.

MORAES, A. **Aplicação de dados antropométricos:** dimensionamento da interface homem - máquina. Rio de Janeiro: UFRJ, 1983. 522p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1983.

MOREIRA, F. M. T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MOREIRA, F.M.T. **Mecanização das atividades de colheita florestal.** Viçosa, MG: UFV, 1998, 25p. Monografia (Exigência para conclusão do Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

MURRELL, H. **Ergonomics:** man in his working environment. New York: London Chapman and Hall, New York, 1979. 496 p.

NOBRE, S. R.; ASSIS, M.L.R. Data warehouse e GIS sobre estimativa de produção no planejamento da colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SIF, 2001. p. 137-151.

NR-15: atividades e operações insalubres, de 08 de junho de 1978. In: SEGURANÇA e medicina do trabalho. 63 ed. São Paulo: Atlas, 2009. p. 142-224. (Manuais de legislação Atlas).

NR-17: ergonomia, de 26 de novembro de 1990. In: SEGURANÇA e medicina do trabalho. 63 ed. São Paulo: Atlas, 2009. p. 236-249. (Manuais de legislação Atlas).

PALMER.C.F. **Ergonomia**. Rio de Janeiro: FGV, 1976. 207p.

PENZSAUR. **Produtos**. Panambi, RS: c. 2000. Disponível em <<http://www.penzsaur.com.br/principal.php?id-menu=produtos>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

PETTERSON, B. Treinamento de operários florestais e outros fatores para aumentar a produtividade, segurança e saúde. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1, 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1987. p. 322-334.

PIRES, B.M. **Evolução dos subsistemas de corte em florestas plantadas**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 25p. Monografia (Exigência para conclusão do Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PMAC. Exposição ao Ruído: norma para a proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. **Revista Proteção**, v.6, n. 29, p. 136-138, 1994.

PORTO, M.A.M. Reinventar o trabalho: Ergonomia é um dos instrumentos que podem humanizar o trabalho neste final de século. **Revista Proteção**, v.6, n. 31, p.14-23, 1994.

REZENDE, J.L.P.; PEREIRA, A.R.; OLIVEIRA, A.D. Espaçamento ótimo para a produção de madeira. **Revista Árvore**, v. 7, n. 1, p. 30-43, 1983.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola**. São Paulo: IPT, 1987. 24p.

ROCHA FILHO, H. **Análise de fatores que afetam o desempenho e custo de extração de madeira de eucalipto com caminhão autocarregável**. Viçosa, MG: UFV, 1993, 108p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.

SALES, F. O setor florestal avança para a mecanização. **Silvicultura**, v.6, n.19, p.20-30, 1981.

SALMERON, A. Exploração florestal. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Formação, manejo e exploração de florestas com rápido crescimento**. Brasília, DF: IBDF, 1981. p. 83-123.

SANT'ANNA, C. M. Corte. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 66-96.

SANT'ANNA, C.M. **Fatores humanos relacionados com a produtividade do operador de motosserra no corte florestal**. Viçosa, MG: UFV, 1992. 145p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

SANTOS, S. L. M. Alocação ótima de máquinas na colheita de madeira. Viçosa, MG: UFV, 1995, 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

SEIXAS, F. Extração. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 97-145.

SEIXAS, F. Avaliação da compactação de solos e sua influência na produtividade e qualidade da floresta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: SIF, 1999. p.14-35.

SELL, I. Projeto ergonômico de produtos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 4, Rio de Janeiro, 1989, **Anais...** Rio de Janeiro: ABERGO, FGV, 1989. p.172-176.

SERRANO, R.C. **Novo equipamento de medições antropométricas**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1987. 31 p.

SILVA, E. Aspectos políticos e sociais dos impactos ambientais das operações de colheita e transporte florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 2, 1995, Salvador. **Anais...** Salvador: SIF, 1995. p.14-27.

SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 309p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, E. Impactos ambientais. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 410-435.

SIQUEIRA, C.A.A. **Um estudo antropométrico de trabalhadores brasileiros.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1976. 53 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1976.

SOUZA, A.P. **A study of production and ergonomic factors in grapple yarding operation using and electronic data logger system.** Vancouver: University of British Colúmbia, 1983. 212 p. (Tese Ph.D.).

SOUZA, A. P. **Exploração e transporte florestal.** Viçosa, MG: UFV, 1985. 104p. (Notas de aula).

SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C. **Exploração florestal.** Viçosa: SIF/UFV, 1985. 24p. (Boletim Técnico, 1).

SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; GRIFFITH, J. J.; NEVES, A. R. Controle de impacto ambiental na exploração florestal. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 301-305.

SOUZA, A. P. ; MINETTE, L. J. ; SILVA, E. N. da. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 310-327.

STÖHR, G.W.D. **Análise de sistemas na exploração e transporte florestal.** Curitiba: FUPEF, 1978. 182 p.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

VALVERDE S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia:** a racionalização humanizada do trabalho. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.

WARKOTSCH, W. Pesquisas ergonômicas nas florestas da África do Sul. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8, 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 125-156.

WISNER, A. A **Inteligência no trabalho:** textos selecionados de ergonomia. São Paulo: EDUSP, 1994. 190p.

## **APÊNDICE**

## **APÊNDICE 1**

### **AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE CABOS AÉREOS**

**QUESTIONÁRIO ERGONÔMICO PARA MÁQUINAS FLORESTAIS**  
**(Adaptado de ARBETSMILJÖINSTITUTED *et alii*, 1990)**

---

**ACESSO À CABINE DE TRABALHO**

---

- 1) O operador pode com segurança subir e descer sem riscos de escorregar (considerar desenho e localização dos degraus e os materiais usados: riscos com arestas, pontas, desníveis altos etc.)?
  
- 2) O operador pode sair rapidamente numa emergência (escotilha no teto, localização das portas etc.)?
  
- 3) O acesso a cabine é fácil (altura entre os degraus, localização e fundo dos degraus, corrimãos e porta)?
  
- 4) Os degraus estão desenhados e posicionados de tal forma que não podem ser danificados enquanto a máquina está operando?
  
- 5) Outras (Especificar).

**AVALIAÇÃO FINAL**

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

**POSIÇÃO DE TRABALHO DO OPERADOR**

---

- 1) A posição de trabalho é confortável?
  
- 2) O operador pode trabalhar sem ter que torcer, abaixar ou fazer outros movimentos difíceis de cabeça, tronco, braços ou pernas (a não ser excepcionalmente)?
  
- 3) A posição de trabalho pode ser facilmente alterada?
  
- 4) O assento se mantém em nível mesmo quando a máquina não está?
  
- 5) Outra (Especificar).

**AVALIAÇÃO FINAL**

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

---

**CABINE DO OPERADOR**

---

---

- 1) A cabine é de tamanho confortável?
- 2) Na cabine há espaço para pertences pessoais etc.?
- 3) A cabine está livre de partes salientes que possam oferecer perigo ao operador?
- 4) A cabine é de fácil limpeza?
- 5) A cabine está livre de componentes hidráulicos?
- 6) Outros (Especificar)

**AVALIAÇÃO FINAL**

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

---

**ASSENTO DO OPERADOR**

---

---

- 1) O assento está confortavelmente situado, na cabine?
- 2) O assento é resistente (forte) e seguramente fixado ao piso da cabine?
- 3) O assento tem ajuste adequado para as pernas a altura?
- 4) O assento possui uma facilidade giratória adequada, podendo ser fixado, em qualquer posição?
- 5) O desenho e ângulo do assento e descanso para os braços são corretos?
- 6) O estofamento no assento e o descanso para os braços são satisfatórios (não escorrega, ventilado, lavável etc.)?
- 7) O assento possui um amortecimento adequado?
- 8) O assento, respaldo e descanso para os braços têm ajustes adequados?
- 9) O assento e o descanso para os braços têm ajuste fácil?
- 10) O assento e o respaldo são aquecidos?
- 11) Outras (Especificar)

**AVALIAÇÃO FINAL**

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

## CONTROLES

---

- 1) Os controles com alta frequência de uso estão localizados dentro dos limites recomendados?
  
- 2) Os controles de alta frequência de uso podem ser reposicionados facilmente?
  
- 3) A força atuante está dentro dos limites dos valores de referência?
  
- 4) Os movimentos dos controles de curso e direção são confortáveis?
  
- 5) O tipo de controle é adequado à sua função?
  
- 6) As funções dos controles são lógicas e o número de funções atribuído a cada controle é aceitável?
  
- 7) As direções de movimento do controle concordam com as recomendações?
  
- 8) O desenho de cada controle permite um empunhamento firme e confortável, além de serem configurados e identificados de forma a não originar confusão ou serem acionados acidentalmente?
  
- 9) Outras (Especificar)

### AVALIAÇÃO FINAL

(    ) Muito Bom      (    ) Bom      (    ) Médio      (    ) Fraco      (    ) Muito Fraco

---

---

### **INSTRUMENTAÇÃO**

---

- 1) Todos os instrumentos necessários, sinais acústicos e luzes indicadoras estão instalados?
- 2) Todos os instrumentos, sinais acústicos e luzes indicadoras são essenciais?
- 3) Informações críticas são transmitidas de forma que atraem a atenção do operador?
- 4) Os instrumentos são do tipo apropriado?
- 5) Os instrumentos estão posicionados adequadamente?
- 6) Os instrumentos são de fácil monitoramento?
- 7) Outra (Especificar)

#### AVALIAÇÃO FINAL

(  ) Muito Bom    (  ) Bom    (  ) Médio    (  ) Fraco    (  ) Muito Fraco

---

---

### **CLIMA NA CABINE**

---

- 1) A temperatura pode ser facilmente controlada dentro dos limites recomendados?
- 2) O operador está protegido de correntes de ar?
- 3) Facilidades adequadas são fornecidas ao operador que permitam a sua proteção do sol?
- 4) A capacidade de pré-estabelecimento é provida na cabine?
- 5) Outra (especificar).

#### AVALIAÇÃO FINAL

(  ) Muito Bom    (  ) Bom    (  ) Médio    (  ) Fraco    (  ) Muito Fraco

---

### VISIBILIDADE DA CABINE EM RELAÇÃO AO CAMPO DE TRABALHO

---

- 1) O operador, de uma posição confortável, tem uma visão clara de tudo que ele precisa ver para realizar o seu trabalho?
- 2) O operador tem uma boa visão do solo?
- 3) O operador tem uma visão para cima adequada?
- 4) Os componentes da máquina estão posicionados de tal forma a não obstruir a visão do operador (sistema de exaustão, grades protetoras, equipamento auxiliar etc.)?
- 5) O operador pode olhar para fora sem perturbações com reflexos?
- 6) A máquina está equipada com limpadores de para-brisas?
- 7) Outros (especificar).

#### AVALIAÇÃO FINAL

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

### ILUMINAÇÃO DO CAMPO DE TRABALHO

---

- 1) A iluminação fornecida para o campo de visão é adequada?
- 2) A distribuição de luz no campo de visão é satisfatória?
- 3) O equipamento de iluminação é de fácil manutenção (reposição de lentes e lâminas, ajuste de foco etc.)?
- 4) Outras (Justificar).

#### AVALIAÇÃO FINAL

(    ) Muito Bom    (    ) Bom    (    ) Médio    (    ) Fraco    (    ) Muito Fraco

---

---

### RUÍDO

---

- 1) O nível de ruído fora da cabine está abaixo dos 85 dB(A)?
- 2) O nível de ruído dentro da cabine está abaixo de 75 dB(A)?
- 3) A cabine está livre de ruídos perturbadores?
- 4) O isolamento acústico está seguramente instalado, além de ser durável e resistente ao fogo?
- 5) Outro (Especificar)?

#### AVALIAÇÃO FINAL

( ) Muito Bom ( ) Bom ( ) Médio ( ) Fraco ( ) Muito Fraco

---

---

### EXAUSTÃO DE FUMAÇA E POEIRA

---

- 1) As concentrações dos gases de exaustão estão abaixo dos limites estabelecidos?
- 2) A cabine está livre dos odores dos gases de exaustão?
- 3) A cabine está livre do cheiro de óleo?
- 4) A cabine está livre de poeira?
- 5) Outra (especificar).

#### AVALIAÇÃO FINAL

( ) Muito Bom ( ) Bom ( ) Médio ( ) Fraco ( ) Muito Fraco

---

---

### VIBRAÇÃO

---

- 1) A máquina é bem projetada com respeito à vibração?
- 2) A máquina está livre de vibrações que possam ser prejudiciais à saúde do operador?
- 3) Os níveis de vibração na máquina estão abaixo dos valores de referência?
- 4) A máquina está livre de vibrações que possam causar desconforto ao operador?
- 5) Outra (especificar).

#### AVALIAÇÃO FINAL

( ) Muito Bom ( ) Bom ( ) Médio ( ) Fraco ( ) Muito Fraco

## **APÊNDICE 2**

### **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA COLHEITA DE ÁRVORES INTEIRAS POR CABOS AÉREOS**

**Quadro 8 - Totalização de resultados de treze fatores ambientais, obtidos de quatro respondentes, em função de seis atividades impactantes.**

Atividades Impactantes	Fatores Ambientais Relevantes																										
	Meio Físico								Subtotal	Meio Biótico								Subtotal	Meio Antrópico			Subtotal	Total(+)	Total(-)	Saldo	Saldo medio	
	Ar		Recurso Hídrico			Recursos Edáficos				Flora Terrestre			Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática		Empregos	Acidentes	Paisagismo						
	Páticulas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Propriedades Quim. do solo		Vegetação original	Vegetação Plantada	Vegetação de sub-boque	Verte-brados	Insetos	Macró-fitas	Fito-plâncton	Peixes										Zoo-plâncton
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	19	19	0	19	4,75
Derrubada florestal semimecanizada	-2	-4	0	0	0	-6	-3	-3	-18	-1	-2	-6	0	0	0	0	0	0	0	13	-7	-9	-3	13	-43	-30	-7,50
Guinchamento por cabo aéreo	-3	-2	0	-3	-3	-7	-6	-5	-29	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	13	-5	-4	4	13	-40	-27	-6,75
Arraste mecanizado	-10	-9	0	0	-2	-7	-3	-3	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	-5	-4	4	13	-43	-30	-7,50
Desgalhamento e destopamento semi-mecanizado	0	-4	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	-6	0	7	13	-10	3	0,75
Taçamento e empilhamento mecanizado	-4	-7	0	0	0	0	0	0	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	-1	-1	10	12	-13	-1	-0,25
Total(+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	0	83	83			
Total(-)	-19	-26	0	-3	-5	-20	-12	-11	-96	-1	-2	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	-18	-42		-149		
Saldo	-19	-26	0	-3	-5	-20	-12	-11	-96	-1	-2	-8	0	0	0	0	0	0	0	83	-24	-18	41			-66	

### **APÊNDICE 3**

#### **PLANILHAS DOS RESPONDENTES ( R1,R2,R3,R4 )**

Atividades Impactantes	Fatores Ambientais Relevantes																						
	Meio Físico								Meio Biótico								Meio Antrópico			Total(+)	Total(-)	Saldo	
	Ar		Recurso Hídrico			Recursos Edáficos			Flora Terrestre			Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades Quím. do solo	Vegetação original	Vegetação Plantada	Vegetação de sub-boque	Vertebrados	Insetos	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
Derrubada florestal semimecanizada	0	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	5	0	0	0	0	0	0	0	5	-1	-2	10	-6	4
Guinchamento por cabo aéreo	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-1	-1	5	-8	-3
Arraste mecanizado	-3	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-1	0	5	-8	-3
Desgalhamento e destopamento semi-mecanizado	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-2	0	5	-3	2
Taçamento e empilhamento mecanizado	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	-2	3
<b>Total(+)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	35		
<b>Total(-)</b>	-4	-5	0	-1	-3	-3	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-3		-27	
<b>Saldo</b>	-4	-5	0	-1	-3	-3	-1	-1	-1	5	0	0	0	0	0	0	0	30	-5	-3			8

Planilha 2 - Respondida por um técnico agrícola (R2)

Atividades Impactantes	Fatores Ambientais Relevantes																						
	Meio Físico								Meio Biótico								Meio Antrópico			Total(+)	Total(-)	Saldo	
	Ar		Recurso Hídrico			Recursos Edáficos			Flora Terrestre			Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática							
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades Quím. do solo	Vegetação original	Vegetação Plantada	Vegetação de sub-boque	Vertebrados	Insetos	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Empregos	Acidentes	Paisagismo			
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
Derrubada florestal semimecanizada	0	-1	0	0	0	-2	0	-1	0	-3	-1	0	0	0	0	0	0	5	-2	-2	5	-12	-7
Guinchamento por cabo aéreo	0	0	0	-2	-2	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-1	-1	5	-12	-7
Arraste mecanizado	-3	-3	0	0	0	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-1	0	5	-11	-6
Desgalhamento e destopamento semimecanizado	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	-2	0	5	-3	2
Traçamento e empilhamento mecanizado	-1	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	-4	1
Total(+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30		
Total(-)	-4	-8	0	-2	-2	-8	-3	-2	0	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	-6	-3		-42	
Saldo	-4	-8	0	-2	-2	-8	-3	-2	0	-3	-1	0	0	0	0	0	0	30	-6	-3			-12

Planilha 3 - Respondida por um engenheiro florestal (R3)

Atividades Impactantes	Fatores Ambientais Relevantes																						
	Meio Físico								Meio Biótico								Meio Antrópico			Total(+)	Total(-)	Saldo	
	Ar		Recurso Hídrico			Recursos Edáficos			Flora Terrestre			Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades Quím. do solo	Vegetação original	Vegetação Plantada	Vegetação de sub-boque	Vertebrados	Insetos	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
Derrubada florestal semimecanizada	-1	-1	0	0	0	-1	-2	-1	0	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	0	-16	-16
Guinchamento por cabo aéreo	-2	-1	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	-11	-11
Arraste mecanizado	-2	-2	0	0	0	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	-12	-12
Desgalhamento e destopamento semi-mecanizado	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-2	-2
Taçamento e empilhamento mecanizado	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-4	-4
<b>Total(+)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5		
<b>Total(-)</b>	-6	-6	0	0	0	-4	-5	-3	0	-2	-4	0	0	0	0	0	0	0	-8	-7		-45	
<b>Saldo</b>	-6	-6	0	0	0	-4	-5	-3	0	-2	-4	0	0	0	0	0	0	5	-8	-7			-40

Planilha 4 - Respondida por um engenheiro florestal (R4)

Atividades Impactantes	Fatores Ambientais Relevantes																						
	Meio Físico								Meio Biótico								Meio Antrópico			Total(+)	Total(-)	Saldo	
	Ar		Recurso Hídrico			Recursos Edáficos			Flora Terrestre			Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades Quím. do solo	Vegetação original	Vegetação Plantada	Vegetação de sub-bosque	Vertebrados	Insetos	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	4
Derrubada florestal semimecanizada	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	3	-2	-2	3	-14	-11
Guinchamento por cabo aéreo	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-2	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	3	-1	-1	3	-9	-6
Arraste mecanizado	-2	-2	0	0	0	-2	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-1	-2	3	-12	-9
Desgalhamento e destopamento semimecanizado	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-1	0	3	-2	1
Traçamento e empilhamento mecanizado	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	-3	-1
<b>Total(+)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18		
<b>Total(-)</b>	-5	-7	0	0	0	-5	-3	-5	0	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	-5	-5		-40	
<b>Saldo</b>	-5	-7	0	0	0	-5	-3	-5	0	-2	-3	0	0	0	0	0	0	18	-5	-5			-22