

LUÍS CARLOS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA COLHEITA  
FLORESTAL EM PLANTIOS EQUÍÂNEOS DE EUCALIPTO**

Tese 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  
2004

LUÍS CARLOS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA COLHEITA  
FLORESTAL EM PLANTIOS EQUÍANOS DE EUCALIPTO**

Tese 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: 16 de agosto de 2004

---

Prof. Elias Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine  
(Conselheiro)

---

Prof. Hélio Garcia Leite

---

Prof. Luciano José Minette

---

Prof. Carlos Cardoso Machado  
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, a quem devo tudo que sou.

A meus irmãos e irmãs, pela convivência e amizade.

À Luciana, pela paciência e carinho.

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Viçosa - UFV, 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 e conselheiros Elias Silva e Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, pelas valiosas contribuições.

Aos professores Hélio Garcia Leite e Luciano José Minette, pela colaboração.

À Celulose Nipo-Brasileira S. A. - CENIBRA, pela oportunidade de realização dessa pesquisa.

À equipe técnica envolvida na realização desse trabalho, nas pessoas dos senhores Stanley, Walteli, Francisco e Wagner, pelas informações prestadas e apoio concedido.

Aos amigos de pós-graduação e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal - DEF, pela excelente convivência no decorrer do curso.

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

## BIOGRAFIA

LUÍS CARLOS DE FREITAS, filho de Helvécio de Freitas e Alice Rodrigues de Freitas, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 7 de dezembro de 1968.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Dr. Raimundo Alves Torres, em Viçosa, em dezembro de 1988.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em setembro de 1996.

No período de outubro de 1996 a julho de 1998, participou do Programa de Aperfeiçoamento Científico, pelo CNPq.

Em agosto de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2004, submeteu-se ao exame de defesa de tese, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## ÍNDICE

Página

<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. A colheita florestal .....	3
2.1.1. O sistema de toras curtas .....	4
2.1.2. O sistema de toras compridas .....	4
2.1.3. O sistema de árvores inteiras .....	5
2.1.4. O sistema de árvores completas .....	5
2.1.5. O sistema de cavaqueamento .....	6
2.2. Planejamento da colheita florestal .....	6
2.3. Métodos de avaliação de impactos ambientais .....	8
2.4. Impactos ambientais gerados nas operações de colheita florestal .....	9
2.4.1. Meio físico .....	10
2.4.1.1. Solo .....	10
2.4.1.1.1. Erosão .....	10
2.4.1.1.2. Compactação .....	11
2.4.1.1.3. Remoção da camada superficial .....	13
2.4.1.1.4. Exportação de nutrientes .....	14
2.4.1.2. Água .....	14
2.4.1.2.1. Quantidade .....	14
2.4.1.2.2. Qualidade .....	15

2.4.1.2.3. Obstrução dos cursos d'água .....	15
2.4.1.3. Ar .....	16
2.4.1.3.1. Emissão de poeiras e gases .....	16
2.4.2. Meio biótico .....	16
2.4.2.1. Flora terrestre .....	16
2.4.2.2. Flora aquática .....	17
2.4.2.3. Fauna terrestre .....	18
2.4.2.4. Fauna aquática.....	18
2.4.3. Meio antrópico .....	18
2.4.3.1. Paisagismo .....	19
2.4.3.2. Emprego .....	19
2.4.3.3. Acidente .....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 Região de estudo .....	21
3.2 Coleta de dados .....	21
3.3. Descrição dos subsistemas de toras curtas.....	22
3.4. Descrição dos subsistemas de toras compridas.....	24
3.5. Avaliação quantitativa de impactos ambientais.....	26
3.5.1. Elaboração das matrizes .....	26
3.5.2. Preenchimento das matrizes .....	27
3.5.3. Interpretação das matrizes .....	27
3.6. Listagem de controle.....	27
3.7. Determinação da capacidade impactante.....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1. Identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais dos subsistemas de colheita avaliados.....	29
4.1.1. Descrição dos impactos ambientais identificados nos subsistemas de toras curtas.....	29
4.1.1.1. Contratação de mão-de-obra .....	30
4.1.1.2 Instalação de acampamentos .....	30
4.1.1.3. Roçada pré-corte .....	31
4.1.1.4 Derrubada florestal semimecanizada .....	33
4.1.1.5. Processamento semimecanizado .....	35
4.1.1.6. Extração com Forwarder .....	36
4.1.1.7. Empilhamento mecanizado no talhão .....	38
4.1.1.8. Tombamento manual.....	40
4.1.1.9. Empilhamento manual na margem da estrada .....	41
4.1.1.10. Empilhamento manual no talhão.....	43
4.1.1.11. Guinchamento dos toretes .....	44
4.1.2. Descrição dos impactos ambientais identificados nos subsistemas de toras compridas .....	46
4.1.2.1. Contratação de mão-de-obra .....	46
4.1.2.2. Roçada pré-corte .....	47
4.1.2.3. Derrubada florestal mecanizada.....	47

4.1.2.4. Desgalhamento e destopamento manual .....	49
4.1.2.5. Arraste mecanizado .....	50
4.1.2.6. Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão .....	51
4.1.3. Principais impactos ambientais identificados e suas respectivas medidas ambientais .....	53
4.2. Aspectos ambientais dos subsistemas de colheita avaliados .....	58
4.2.1. Subsistemas de toras curtas avaliados .....	60
4.2.1.1. Subsistema motosserra + TMO .....	61
4.2.1.2. Subsistema motosserra + Forwarder .....	63
4.2.1.3. Subsistema motosserra + tombamento manual .....	65
4.2.2. Subsistemas de toras compridas avaliados .....	67
4.2.2.1. Subsistema Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora .....	68
4.2.2.2. Subsistema Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora .....	70
4.2.2.3. Subsistema Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora .....	71
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>73</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>81</b>
APÊNDICE A .....	82
APÊNDICE B .....	92



## RESUMO

FREITAS, Luís Carlos de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2004. **Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em plantios eqüiâneos de eucalipto.** Orientador: Carlos Cardoso Machado. Conselheiros: Elias Silva e Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.

O presente estudo teve como objetivo central avaliar quantitativamente os impactos ambientais da colheita florestal em plantios equiâneos de eucalipto pelo método da matriz de interação, coadjuvado pelo método da listagem de controle (*check-list*). A análise foi direcionada para três subsistemas de toras curtas (motosserra + TMO; motosserra + tombamento manual e motosserra + Forwarder) e três de toras compridas (Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora; Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora e Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora). A elaboração das matrizes foi realizada em função dos subsistemas em estudo, sendo estas preenchidas de acordo com a magnitude dos impactos, utilizando-se notas em uma escala de zero a cinco, adotando-se o sinal (+) para os impactos positivos e o sinal (-) para os impactos negativos. Nos subsistemas de toras curtas, o diferencial de impacto foi proporcionado pelas atividades de extração e de empilhamento, visto que estas apresentaram-se de forma específica em cada caso. A extração

com guincho fez inclusive com que o subsistema motosserra + TMO se apresentasse como a pior alternativa em termos ambientais, nas três repetições. Dentre os subsistemas de toras compridas, Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora mostrou-se como o mais impactante, em termos médios. Nesse grupo, o arraste mecanizado foi a atividade mais expressiva. O Track Skidder, por operar em regiões mais acidentadas, proporcionou um nível de danos um pouco mais elevado quando comparado ao Timbco Skidder e ao Clambunk Skidder. Os fatores ambientais referentes à compactação e à erosão foram mais expressivos na atividade de derrubada mecanizada quando comparado com a mesma operação semimecanizada. No compartimento biótico, as cepas e a vegetação de sub-bosque foram bastante impactadas em virtude das atividades de arraste mecanizado e guinchamento. No meio antrópico, os subsistemas de toras curtas apresentaram um aspecto mais vantajoso no que se refere à geração de empregos, em contrapartida, os subsistemas de toras compridas proporcionaram maiores seguranças nas operações, mostrando portanto menores magnitudes de impactos em relação aos acidentes. Foi possível identificar, em termos conclusivos, 22 impactos ambientais, através da listagem de controle. Deste total, 19 (86,36%) e 3 (13,64%) mostraram-se negativos e positivos, respectivamente.

## ABSTRACT

FREITAS, Luís Carlos de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2004.  
**Quantitative evaluation of environmental impacts of the forest harvest in eucalyptus plantation.** Adviser: Carlos Cardoso Machado. Committee Members: Elias Silva and Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.

The present study had as general objective to evaluate quantitatively the environmental impacts of the forest harvest in eucalypts plantation through methods of the interaction matrix and check-list . The analysis was directed for three cut-to-length subsystems (Semimechanized cut + TMO; Semimechanized cut + manual rolling and Semimechanized cut + Forwarder) and three tree-length subsystems (Feller Buncher + Timbco Skidder + Bucking machine; Feller Buncher + Clambunk Skidder + Bucking machine and Feller Buncher + Track Skidder + Bucking machine). The elaboration of the matrices was carried in function of the subsystems in study, been these filled according to the magnitude of the impacts, using scores in one scale of zero until five, adopting the signal (+) for the positive impacts and the signal (-) for the negative impacts. In the cut-to-length subsystems the impact differential was proportionate by extration and deck log activities, since these presented of specific form in each case. The extration with cable skidding made included with that the subsystem semimechanized cut + TMO presented as worse alternative in environmental

terms in the three repetitions. Among tree-length subsystems, Feller Buncher + Track Skidder + Bucking machine showed as more impactant, in average terms. In this group, the tractor Skidding was the activity more expressive. The Track skidder, for to operate in regions more mountain provided one level of damages a little more raised when compared with Timbco Skidder and Clambunk Skidder. The environmental factors referring the compactation and erosion were more expressive in the activity of mechanized cut when compared with the same semimechanized operation. In the biotic compartment, the vegetation of underbrush and the sprouting was enough impacted by tractor Skidding and cable skidding operation. In the anthropic compartment the cut-to-length subsystems presented aspect advantageous due to large demand of worker. The tree-length subsystems presented also aspect advantageous due to greater safeties in the operations, showing therefore lesser magnitudes of impacts in relation to the accidents. was possible to identify, through of the check list, 22 environmental impacts. Of this total, 19 (86,36%) and 3 (13,64%) showed negative and positive, respectively.

## 1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais se fazem presentes em qualquer empreendimento. No empreendimento florestal não é diferente, ocorrendo desde a fase implantação, principalmente, quando se torna necessário a remoção da vegetação nativa, fato este que proporciona a redução da biodiversidade local. Em contrapartida, a manutenção das florestas plantadas, por uma determinada rotação, acaba proporcionando algumas funções ambientais como o seqüestro de carbono, a melhoria do microclima, a manutenção da qualidade do ar e dos recursos hídricos e edáficos, dentre outras. A etapa final do processo de produção de madeira, marcada pela colheita, também apresenta alguns aspectos positivos, uma vez que desempenha importante papel no contexto sócio-econômico do país, além de apresentar uma alternativa para a redução da exploração sobre as florestas nativas. No entanto, esta fase acarreta alguns impactos adversos, onde se pode relatar: no meio físico, os processos de compactação do solo (FENNER, 2002), no meio biótico, os danos às cepas (SOUZA e MACHADO, 1985) e no meio antrópico, a questão estética e paisagística (MACHADO e LOPES, 2002).

De acordo com SILVA (1994), as fases de implantação, manutenção e colheita, geram no meio florestal inúmeros impactos ambientais negativos e positivos. ANDRADE (1998), destaca a fase de colheita florestal, devido ao seu potencial de alteração do meio ambiente, em especial ao meio biofísico.

Nesse sentido, a avaliação quantitativa de impactos ambientais, pelo método da matriz de interação, embora carente de estudos, mostra-se como uma alternativa na avaliação dessas alterações, já que apresenta um diagnóstico numérico de todas relações possíveis de impactos. A utilização dessas matrizes se faz de grande importância, uma vez que caracterizam a problemática ambiental de forma mais ilustrativa. Esta avaliação apresenta-se como uma ferramenta no sentido de se identificar, dentro das atividades mais impactantes, os fatores ambientais mais afetados, permitindo portanto a realização de ajustes em pontos específicos, através da adoção de medidas minimizadoras e potencializadoras para os impactos negativos e positivos, respectivamente. A importância de se direcionar este estudo para os sistemas de toras curtas e compridas está fundamentada na grande utilização dos mesmos pelas empresas florestais brasileiras.

O principal objetivo deste trabalho foi fazer uma avaliação quantitativa dos impactos ambientais da colheita florestal em plantios equiâneos de eucalipto, utilizando o método da matriz de interação, coadjuvado pelo método da listagem de controle (*check-list*). Os objetivos específicos foram:

- Elaborar um estudo quantitativo de impactos ambientais para três subsistemas de toras curtas e três de toras compridas.
- Avaliar os aspectos ambientais dos subsistemas de colheita estudados.
- Derivar um *check-list* para complementação da matriz de interação quantitativa.
- Apresentar medidas mitigadoras para os principais impactos ambientais negativos.
- Apresentar medidas potencializadoras para os principais impactos ambientais positivos.

## **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). 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). MACHADO (1989), define o sistema de colheita 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. A escolha racional de equipamentos e de um sistema operacional de colheita são indispensáveis para a redução dos custos e proteção do meio ambiente. De acordo com CONWAY (1976), as três condições primárias para o correto desenvolvimento de um sistema são:

- que todos os seus componentes contribuam para a realização de um objetivo comum;

- é necessária a existência de uma hierarquia dentro de um sistema, para assegurar a coordenação das atividades e possibilitar a especialização dos seus componentes;
- os novos dados de um sistema - energia, como informações e material novo, devem ser introduzidos de acordo com o planejamento específico.

Assim, deve-se procurar melhorar cada processo individualmente para que o sistema como um todo possa funcionar de uma forma mais eficiente. No Brasil, segundo MALINOVSKI e MALINOVSKI (1998), os sistemas de toras curtas e de árvores inteiras se mostram predominantes na colheita de eucalipto e pinus, respectivamente.

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

#### **2.1.1. O sistema de toras curtas**

A árvore é processada no local da derrubada, sendo extraída posteriormente para a margem da estrada ou pátio temporário, em forma de toras com menos de 6 metros (MACHADO, 1989). A vantagem desse sistema é a grande eficiência nos desbastes e 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. Em áreas íngremes onde é utilizado animais para extração o pisoteio, durante o transporte direto, compacta o solo e facilita o escoamento superficial, possibilitando o surgimento da erosão (COSTA (1990).

#### **2.1.2. O sistema de toras compridas**

A árvore é abatida, desganhada e destopada no local da derrubada, sendo extraída para a beira da estrada ou pátio de estocagem em forma de fuste, onde será processada e enviada para beneficiamento (SOUZA e MACHADO, 1985). Nesse caso, a madeira, na sua totalidade ou parte dela, é transportada em contato com o solo. A forma de extração nesse sistema gera portanto impactos de grandes proporções para o ecossistema, uma vez que



contribui para a formação de sulcos no solo, agravando assim processos erosivos (SILVA, 2002). As principais vantagens desse sistema são: a permanência de nutrientes na floresta, favorecendo assim os processos de reciclagem; a boa performance para as condições topográficas desfavoráveis; a boa eficiência em floresta com volume médio de árvores superior a  $0,5\text{m}^3$ ; maior rendimento operacional se comparado aos sistemas de toras curtas; e geralmente requer menor esforço manual do operador, uma vez que as operações são mecanizadas. A principal desvantagem é a necessidade de maior grau de mecanização, devido às grandes dimensões da madeira (MACHADO, 1989).

### **2.1.3. O sistema de árvores inteiras**

A árvore é derrubada e, após esta operação, transportada para uma estrada ou um pátio de processamento, onde a madeira é preparada para o transporte (MACHADO, 1985). Segundo LIRA FILHO (1993), esse sistema tem sido adotado com sucesso em florestas implantadas de coníferas, sobretudo em condições de melhor grau de mecanização. A utilização desse sistema acarreta grandes transtornos ao meio ambiente, principalmente pelo fato de não contribuir para a ciclagem de nutrientes. Assim, os minerais presentes nas folhas, cascas e galhos acabam sendo transportados para as margens da estrada, diminuindo portanto a disponibilidade de nutrientes no interior do talhão. A colheita florestal é o processo que, em termos absolutos, mais remove nutrientes do ecossistema (REIS e BARROS, 1990). No caso do sistema em questão, pode ocorrer um aumento significativo dos custos em virtude da reposição mineral.

### **2.1.4. O sistema de árvores completas**

A árvore é arrancada, e a partir daí, extraída para a beira da estrada, onde será processada e enviada para o beneficiamento (MACHADO, 1985). A adoção desse sistema exige condições topográficas, edáficas e climáticas favoráveis (MACHADO, 1989). O sistema de árvores completas, além de não contribuir para a ciclagem de nutrientes, proporciona outros danos ao solo em

virtude do arranquio dos indivíduos, agravando desta forma os processos erosivos.

### **2.1.5. O sistema de cavaqueamento**

A árvore é derrubada e processada no mesmo local, sendo extraída em forma de cavacos para a margem da estrada, para um pátio de estocagem ou diretamente para a indústria (MACHADO, 1985). O cavaqueamento pode ser processado basicamente de três formas:

- Cavaqueamento integral: Quando a árvore inteira é transformada em cavacos;
- Cavaqueamento parcial com casca: Quando o fuste com a casca é transformado em cavacos, porém sem a galhada.
- Cavaqueamento parcial sem casca: Quando apenas as toras descascadas são transformadas em cavacos.

A adoção desse sistema pode gerar grandes impactos ao meio ambiente, principalmente no caso do cavaqueamento integral, o qual pode possibilitar a exaustão dos recursos minerais do ecossistema, podendo comprometer dessa forma o crescimento da futura floresta. O melhor aproveitamento do material lenhoso e a possibilidade de se poder eliminar algumas operações do corte, são algumas vantagens desse método (MACHADO, 1985).

## **2. 2. Planejamento da colheita florestal**

Para uma colheita florestal eficiente, são essenciais a melhoria da qualidade, a minimização de impactos ambientais negativos, o aumento de produtividade e a redução dos custos operacionais. Para atingir tais objetivos, é importante o uso de metodologias com base científica de planejamento (LOPES, 2001). O planejamento é a função de maior importância para a colheita florestal, pois permite colocar todos os sistemas e métodos possíveis juntos, identificando e resolvendo seus conflitos, reconhecendo as restrições e ordenando os recursos disponíveis de forma antecipada (MACHADO, 1994). No Brasil, somente algumas técnicas da Pesquisa Operacional e Sistemas de

Informações Geográficas vêm sendo utilizadas como ferramentas para a solução de alguns problemas específicos de colheita florestal (MACHADO e LOPES, 2002). NOBRE e ASSIS (2001), relatam que as restrições e limites sofridos pela atividade florestal contribuem naturalmente para que haja um aumento da necessidade de planejamento. Segundo MACHADO (1994), os processos de planejamento da colheita florestal mais comuns são: Método da Tentativa, Imitativo e Científico.

- Método da Tentativa: neste caso, o planejador deve possuir grande experiência, pois se baseia em fatos e atos semelhantes ocorridos em situações passadas. Podem surgir situações em que o planejador decidirá intuitivamente ou por suposições, em virtude da ausência, em sua vida profissional, de ocasiões semelhantes.
- Método Imitativo: é um método pelo qual o planejador procura subsídios em outras empresas do setor, o que lhe consome pouco tempo e recursos. Neste caso há risco de erros em virtude de se basear em adivinhações, palpites e opiniões de outras pessoas.
- Método Científico: é um método que se apoia em condições lógicas, por meio de dados coletados em situações reais e, quando possível, extrapolados para novas situações. O método científico trabalha com dados reais, podendo empregar, por exemplo, as técnicas da pesquisa operacional, os sistemas de informações geográficas e os sistemas computacionais específicos, dentre outros.

Embora com a tecnologia informatizada seja possível o controle de um grande número de variáveis, o desenvolvimento de programas que venham auxiliar a fase de planejamento parece não ser uma tarefa fácil. De acordo com OLIVEIRA (2001), muitas barreiras tecnológicas ainda têm que ser vencidas para que se possa implantar um sistema efetivo de planejamento dentro das empresas brasileiras.

### 2.3. 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 (RESOLUÇÃO, 2003). Os métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas sobre os impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente (SILVA, 1994).

Do grande número de métodos existentes para avaliação de impactos ambientais, todos apresentam suas potencialidades e limitações, sendo a escolha em função da disponibilidade de dados, das características intrínsecas do tipo de empreendimento e dos produtos finais pretendidos. São descritos a seguir, com base em MOREIRA (1985) e MAGRINI (1989), as principais características dos diferentes métodos de avaliação de impactos ambientais:

**a) Método "ad-hoc"** - utiliza a prática de reuniões por meio de uma equipe multidisciplinar de especialistas, com o objetivo de se obter 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 à 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 de 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, multivariado, etc.), desde os mais simples aos mais complexos, que permitem simular a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais, pelas considerações de todas 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.

## **2.4. Impactos ambientais gerados nas operações de colheita florestal**

No Brasil, as primeiras medidas de caráter ambiental relacionadas com a atividade de colheita florestal surgiram na década de 80 (SOUZA et al., 1990). 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. A seguir serão descritos, dentro de cada meio, os impactos ambientais advindos das operações de colheita, os quais foram identificados por SILVA (1994) e SILVA (2002).

#### **2.4.1. Meio físico**

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

##### **2.4.1.1. Solo**

O solo pode se afetado, basicamente, em 4 aspectos fundamentais: erosão, compactação, remoção da camada superficial e exportação de nutrientes.

###### **2.4.1.1.1. 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 de 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 da 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 considerados os passos iniciais nas operações de colheita florestal. Assim, mesmo após a sua implantação, se faz necessário mudanças contínuas no traçado no sentido de se buscar rotas mais estratégicas para 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 conseqüência a deterioração das estradas e diminuição da capacidade produtiva do sítio nos talhões (SILVA, 1994). Esses

problemas se tornam mais graves na época da colheita, já que o tráfego nas estradas florestais aumenta e a exposição do solo se torna mais evidente, devido a retirada da madeira. MACHADO e SOUZA (1990), relatam que, no Brasil, as estradas florestais têm sido as principais causas de erosão e sedimentação nas áreas florestais. O problema da erosão nas estradas florestais se torna crítico no período chuvoso e tem como causa principal a carência de obras complementares que tenham como objetivo atenuar a velocidade das enxurradas (DADALTO et al., 1990). Estudos realizados por LIRA FILHO (1993), mostraram que a erosão estava intrinsecamente relacionada com as estradas florestais e com as trilhas de extração. O uso de animais em regiões acidentadas, para remover a madeira até a margem da estrada, compacta o solo devido a concentração dos mesmos nas trilhas, facilitando o escoamento superficial e propiciando o início da erosão (COSTA, 1990). No caso da extração mecanizada, SILVA (2002) relata que são idênticos os perfis impactantes gerados pelo *skidder* e *forwarder*, com exceção do elemento complicador que ocorre devido a utilização do *skidder*. O uso desta máquina potencializa a ocorrência de fenômenos erosivos, devido ao sulcamento do solo provocado pelo arraste das árvores ou toras.

A presença do homem, somada ao pisoteio de animais, bem como a utilização de maquinários e equipamentos, acarretam a compactação do solo. Este fenômeno pode proporcionar, segundo SEIXAS (2001), uma maior ou menor susceptibilidade aos processos erosivos, dependendo das circunstâncias. Os fatores internos do solo também influenciam o processo de compactação, proporcionando por conseqüência alterações dos fenômenos erosivos. Como exemplo desses fatores, FENNER (2002) relata o conteúdo de água e força capilar, granulometria, estrutura, tipos de agregado, densidade, teor de matéria orgânica, teor e tipos de íon e teor de argila.

#### **2.4.1.1.2. Compactação**

A energia necessária para compactar o solo pode ser obtida do impacto da chuva, crescimento das raízes das plantas, tráfego de homens e animais, e do peso da vegetação e do próprio solo. No entanto, as principais forças relacionadas com a compactação em solos florestais provém das

máquinas utilizadas nas atividades de silvicultura e colheita da madeira (SEIXAS, 1999). O impacto das árvores sobre o solo também acarreta a compactação (COSTA, 1990 e LIRA FILHO et al., 1991), bem como o processo de empilhamento (COSTA, 1990).

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, 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 à menor capacidade de infiltração da água no solo (SILVA, 1995). A deficiência no abastecimento do lençol freático pode acarretar, no período de seca, o estresse hídrico, comprometendo, em parte, o desenvolvimento da vegetação.

Existem vários fatores que se relacionam intrinsecamente com a compactação do solo, dentre os quais se pode destacar o sistema de colheita utilizado, o grau de mecanização e os níveis de planejamento adotados. O sistema de colheita a ser adotado determina o tipo de máquina a ser utilizada bem como a forma com que as operações são realizadas, contribuindo como fator de grande importância no processo de compactação do solo. Devido ao grande porte, tanto dos tratores agrícolas adaptados para área florestal quanto



daqueles projetados especificamente para realização das atividades nesse setor, há o aumento da compactação mecânica do solo (LIMA et al., 1997). O grau de mecanização, assim como a intensidade de tráfego, também contribui de forma significativa para a ocorrência desse fenômeno.

O planejamento mostra-se também como uma ferramenta indispensável no que tange ao controle dos processos de compactação do solo. Nesse sentido, deve-se buscar o uso racional das máquinas, de modo a obter o máximo de produtividade, sem comprometer, no entanto, o maquinário e os componentes físicos do solo. O tipo de rodado é também um aspecto importante a ser observado. Assim, deve-se procurar utilizar rodados mais compatíveis com as características do solo e clima. Para terrenos que apresentam baixa capacidade de suporte e / ou altos teores de umidade, deve-se optar por um tipo de rodado que propicie um menor grau de compactação do solo. A aquisição de tratores adaptados com rodados de borracha mais flexíveis que os usuais, maiores dimensões, baixa pressão interna de inflação e rodados em tandem, são algumas medidas que podem ser tomadas no intuito de minimizar os impactos causados aos solos pela compactação mecânica na fase de colheita florestal (LIMA et al., 1997).

#### **2.4.1.1.3. 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.

#### **2.4.1.1.4. 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 de colheita adotados determinam, 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 à 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, à elevação dos custos no que se refere a reposição mineral.

#### **2.4.1.2. 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).

##### **2.4.1.2.1. 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 al. (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. Segundo DADALTO et al. (1990), 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.

#### **2.4.1.2.2. 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 al., 2001). A depreciação da qualidade da água pode se dar também através do seu contato com biocidas. No setor florestal é praticamente inevitável o uso de produtos químicos para o controle de pragas. 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 pesticidas, 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).

#### **2.4.1.2.3. 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.

#### **2.4.1.3. Ar**

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

##### **2.4.1.3.1. 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 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).

#### **2.4.2. Meio biótico**

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

##### **2.4.2.1. Flora terrestre**

A flora terrestre pode ser analisada através de seus três compartimentos básicos, sendo estes a vegetação original, vegetação implantada e vegetação de sub-bosque (SILVA, 1994).

Para implantação dos maciços florestais torna-se necessária, em alguns casos, a remoção de grande parte da vegetação nativa, ficando a

mesma restrita em pequenas áreas do projeto. Além da fase de implantação, este impacto pode ocorrer também durante as etapas iniciais do processo de colheita florestal. Assim, em certos casos, faz-se necessário, durante essa operação, a abertura de rotas estratégicas para saída de madeira, com conseqüente remoção de espécies nativas. 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.

#### **2.4.2.2. Flora aquática**

A flora aquática pode ser afetada devido o 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. De acordo com SILVA (1995), a obstrução dos cursos d'água também acarreta danos à flora aquática. Esse autor relata que a interrupção do fluxo 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.

#### **2.4.2.3. 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 à fauna (SILVA, 1994).

#### **2.4.2.4. 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 al. (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, 2002). 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 carregados 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.

#### **2.4.3. Meio antrópico**

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

#### **2.4.3.1. 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 al. (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.

#### **2.4.3.2. 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, 2002). De acordo com o mesmo autor, o resultado dos benefícios fiscais, do final da década de 60 até o ano de 1994, proporcionou a geração de 700 mil empregos diretos e dois milhões indiretos.

#### **2.4.3.3. Acidente**

Dentro das empresas florestais há uma grande preocupação no que se refere à questão dos acidentes. Muitas destas utilizam de um monitoramento contínuo para registrar o número de dias isentos de ocorrência de acidentes, sua gravidade e ações a serem implementadas para sua minimização. 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. Consequentemente os acidentes são, em muitos casos, graves e freqüentes (SOUZA e MINETTI, 2002). De acordo com SANT'ANNA (2002), 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 frequência e gravidade dos acidentes do trabalho, obtendo, por consequência, bons resultados econômicos ( DURATEX, 1999).



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Região de estudo**

A pesquisa foi desenvolvida numa empresa florestal produtora de celulose, localizada na região de Guanhães, no Estado de Minas Gerais, delimitada pelas coordenadas geográficas 18° 47' 02" de latitude sul e 42° 55' 39" de longitude a oeste. O Estudo foi realizado na época de seca, no período de 4 a 9 de agosto de 2003, tendo como propósito avaliar a problemática ambiental de seis subsistemas de colheita. A área de coleta de dados é caracterizadas por relevo suave a forte ondulado, com precipitação média de 1.184 mm/ano e umidade relativa de 62%. O solo da região é profundo, argiloso e fértil. Os povoamentos florestais eram da espécie *Eucalyptus grandis*, com 11 anos de idade.

#### **3.2 Coleta de dados**

As matrizes de interação utilizadas para coleta de dados foram projetadas para três subsistemas de toras curtas e três de toras compridas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Subsistemas de colheita florestal avaliados.

Sistemas de toras curtas	Sistemas de toras compridas
Subsistema 1: Motosserra + TMO*	Subsistema 4: Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora
Subsistema 2: Motosserra + Tombamento Manual	Subsistema 5: Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora
Subsistema 3: Motosserra + Forwarder	Subsistema 6: Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora

\* Trator Mecânica Olsen

Os seis subsistemas avaliados no trabalho integram dois sistemas de colheita. Para melhor identificação dos subsistemas em estudo, eles foram numerados de 1 a 6.

### 3.3. Descrição dos subsistemas de toras curtas

Nos subsistemas de toras curtas as operações de corte (abate) e processamento (desgalhamento, destopamento e traçamento), foram realizadas de forma semimecanizada. A operação de corte, referente ao abate, encontra-se ilustrada na Figura 1. As árvores abatidas foram traçadas num comprimento de 2,20 metros. A diferença entre estes subsistemas ficou em função dos métodos de extração e empilhamento dos toretes. Assim, no subsistema 1, estes foram empilhados dentro do talhão e, a partir daí, arrastados por meio de um guincho (TMO) acoplado a um trator agrícola (Figura 2). No subsistema 2, os toretes foram tombados manualmente morro abaixo, até às margens das estradas, onde foram empilhados (Figura 3). No subsistema 3, os toretes foram embandeirados dentro do talhão, sendo utilizado o Forwarder para a realização das atividades de extração e empilhamento da madeira (Figura 4).



Fonte: Machado (2002)

Figura 1 - Operação de corte semimecanizado nos subsistemas 1, 2 e 3.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 2 - Operação de extração dos toretes com guincho arrastador (TMO) no subsistema 1.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 3 - Operação de extração dos toretes por tombamento manual no subsistema 2.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 4 - Operação de extração dos toretes com o Forwarder no subsistema 3.

### 3.4. Descrição dos subsistemas de toras compridas

Os subsistemas de toras compridas avaliados apresentaram grande similaridade no que se refere às operações envolvidas. A diferença, neste caso, ficou em função do tipo de máquina utilizada no processo de extração das toras. A operação de corte (abate) foi realizada pelo Feller Buncher (Figura 5), iniciando-se a partir daí, a etapa de desgalhamento e destopamento manual. As toras resultantes desse processo foram então arrastadas para à margem das estradas utilizado-se máquinas diferenciadas, em virtude das condições topográficas do terreno. Empregou-se, portanto, o Timbco Skidder nas áreas planas (Figura 6); o Clambunk Skidder em terrenos com declividade média (Figura 7) e, em áreas acidentadas, o Track Skidder (Figura 8). A etapa final foi marcada pelo traçamento dos fustes com a utilização da Garra Traçadora que realizou, subsequente a esta operação, o empilhamento dos toretes (Figura 9). Os fustes foram traçados num comprimento de 2,70 metros.



Fonte: Machado (2002)

Figura 5 - Operação de corte mecanizado com o Feller Buncher nos subsistemas 4, 5 e 6.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 6 - Operação de extração das toras com o Timbco Skidder no subsistema 4.



Fonte: Machado (2002)

Figura 7 - Operação de extração das toras com o Clambunk Skidder no subsistema 5.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 8 - Operação de extração das toras com o Track Skidder no subsistema 6.



Fonte: Oliveira (2003)

Figura 9 - Operação de traçadora das toras com a Garra Traçadora nos subsistemas 4, 5 e 6.

### **3.5. Avaliação quantitativa de impactos ambientais**

#### **3.5.1. Elaboração das matrizes**

As matrizes foram elaboradas de acordo com os subsistemas adotados no trabalho, sendo nas linhas evidenciadas as atividades impactantes pertinentes a cada subsistema de colheita e nas colunas os fatores ambientais relevantes dos meios físico, biótico e antrópico. Estas, se basearam no trabalho pioneiro de SILVA (1994), que tratou da avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil.

### **3.5.2. Preenchimento das matrizes**

Foi realizado de acordo com a magnitude dos impactos, utilizando-se uma pontuação para caracterizar as alterações do parâmetro ambiental em estudo. Foi utilizada uma escala de zero a cinco para essa quantificação, adotando-se o sinal (+) para os impactos positivos e o sinal (-) para os impactos negativos. Convencionou-se o zero para o não impacto; para o impacto desprezível foi estipulado o valor um (1); para o impacto de baixo grau o valor dois (2); para o impacto de médio grau o valor três (3); para o impacto de alto grau o valor quatro (4) e para o impacto de altíssimo grau o valor cinco (5). O preenchimento das matrizes ficou a cargo de dois Supervisores e um monitor de campo ligados a empresa, sendo todos técnicos com formação de segundo grau. Os supervisores tinham experiência de 22 anos na colheita e o monitor de campo 5 anos. Antes do preenchimento, foi realizada uma reunião com os três integrantes no sentido de se esclarecer alguns termos utilizados nas matrizes. Cada técnico preencheu um total de seis matrizes, sendo três pertencentes ao subsistema de toras curtas e três ao subsistema de toras compridas.

### **3.5.3. Interpretação das matrizes**

A interpretação das matrizes consistiu na etapa final do trabalho, sendo esta realizada com base nos dados coletados nas três repetições.

### **3.6. Listagem de controle**

Este método foi utilizado para listar os impactos ambientais inerentes à atividade em estudo, a partir da identificação obtida por meio das matrizes de interação. Foi utilizado o tipo de *check-list* descritivo, com a finalidade de complementar as matrizes de interação, uma vez que estas não fornecem os impactos sob uma perspectiva discursiva.

### **3.7. Determinação da capacidade impactante**

Para determinação da capacidade impactante, foi criada uma escala que se baseou no número de relações possíveis de impacto. As matrizes projetadas para os subsistema de toras curtas apresentaram sete atividades impactantes e 20 fatores ambientais, totalizando 140 relações de impactos. Os subsistemas de toras compridas apresentaram seis atividades impactantes e 20 fatores ambientais, totalizando 120 relações de impactos. Esses valores quando multiplicados pela nota máxima utilizada para quantificação do impacto negativo (-5), proporcionaram valores limites da escala. Assim, utilizou-se duas escalas para os dois sistemas em estudo. O saldo médio de impacto em cada subsistema foi então projetado na sua respectiva escala, em termos percentuais, para a obtenção da capacidade impactante.



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais dos subsistemas de colheita avaliados**

Os impactos ambientais inerentes aos subsistemas de toras curtas e compridas foram identificados e quantificados por uma equipe técnica composta de dois supervisores e um monitor de campo, os quais trabalharam de forma independente no preenchimento das matrizes de interação. Os resultados dessa avaliação encontram-se no apêndice.

#### **4.1.1. Descrição dos impactos ambientais identificados nos subsistemas de toras curtas**

Os impactos ambientais nos subsistemas de toras curtas estiveram relacionados com 11 atividades impactantes. Estas se apresentaram específicas para as operações de extração e empilhamento. Os fatores ambientais que apresentaram relações de impactos com as referidas atividades foram os seguintes:

#### **4.1.1.1. 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 para a realização das atividades mecanizadas, semimecanizadas e manuais desempenha uma influência positiva e direta sobre o fator ambiental "empregos".

#### **4.1.1.2 Instalação de acampamentos**

Está relacionada com a construção de acampamentos nas áreas de corte. Estas estruturas são geralmente cobertas por lonas plásticas, servindo principalmente para guardar ferramentas, combustíveis e peças para motosserras. A atividade apresentou relação impactante com 15 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - Durante a construção dos acampamentos pode se fazer necessária a utilização de motosserras para o corte de madeira. O uso dessa máquina, mesmo de forma esporádica, deprecia a qualidade química do ar, em virtude da liberação dos gases provenientes da combustão. A limpeza da área, quando da construção desses abrigos, propicia também a suspensão de partículas sólidas para a atmosfera.

**Recurso edáfico (compactação)** - O pisoteio no interior dos acampamentos proporciona um aumento dos processos de compactação nestes pontos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O decapeamento do solo nas margens dos talhões, para a construção dos acampamentos, causa a remoção da manta orgânica, contribuindo portanto para que ocorram alterações das propriedades químicas desse recurso.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - A instalação de acampamentos próximos às áreas de reserva proporciona danos a essa vegetação, pois os trabalhadores muitas vezes invadem a vegetação

nativa em busca de lenha para uso em fogareiros, causando inclusive abertura de trilhas. Quando estas estruturas são instaladas dentro dos talhões colhidos, ocorrem danos tanto para a vegetação de sub-bosque, devido a limpeza da área e o trânsito de pessoas no local, quanto para a vegetação plantada, em virtude dos danos às cepas.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A instalação dessas estruturas afugenta e causa estresse na fauna desses ecossistemas, proporcionando assim danos a essa comunidade biótica.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, peixes e zooplâncton)** - Nos acampamentos, são realizados a manutenção e o reabastecimento de motosserras, podendo ocorrer em virtude desses processos o derramamento de óleos lubrificantes, graxas e combustíveis no solo que, por intermédio das chuvas, pode impactar o ecossistema aquático e seus componentes bióticos.

**Emprego** - A construção dessas estruturas demandam um determinado tempo de trabalho, representando portanto um percentual da mão-de-obra gasta no processo como um todo.

**Acidentes** - Os riscos de acidentes nesta atividade estão relacionados com os animais peçonhentos, uma vez que estes podem estar presentes nos locais a serem construídas tais estruturas.

**Paisagismo** - Os acampamentos acarretam uma artificialização da paisagem, podendo levar a um desconforto visual expressivo, quando instalados às margens das estradas, próximos de comunidades ou em áreas mais expostas.

#### **4.1.1.3. Roçada pré-corte**

A roçada pré-corte tem como objetivo reduzir a vegetação de sub-bosque, a qual dificulta o corte e a extração da madeira. A retirada dessa vegetação não só aumenta o rendimento das referidas operações, como também reduz os riscos de acidentes. A atividade apresentou relação impactante com 12 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - O aparecimento de fenômenos erosivos, em decorrência da eliminação parcial do sub-bosque, contribui para o aumento da turbidez e progressivo assoreamento dos cursos d'água.

**Recurso edáfico (erosão)** - A exposição do solo, em virtude da eliminação parcial do sub-bosque, contribui para a ocorrência de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - Os restos vegetais depositados sobre o solo, em virtude da roçada, proporcionam, após a mineralização, melhorias na qualidade química desse recurso.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - Quando a roçada é executada em áreas limites entre a floresta plantada e a vegetação nativa, ocorrem alguns danos sobre a reserva, devido principalmente, a eliminação de alguns indivíduos localizados nas proximidades dos talhões. No que se refere à vegetação plantada, observa-se impactos positivos, em virtude da mineralização dos restos vegetais e também pela redução da competição por água e nutrientes. A flora sofre danos, devido basicamente à eliminação parcial da vegetação do sub-bosque.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A remoção da vegetação de sub-bosque acarreta a diminuição da capacidade de suporte da fauna terrestre, que passa a dispor de menores quantidades de alimento, abrigo e locais para nidificação. A presença humana na execução dessa atividade causa ainda o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Empregos** - Por ser, geralmente, uma atividade manual, a roçada pré-corte demanda um grande contingente de mão-de-obra, proporcionando portanto um impacto positivo e de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Durante a realização dessa atividade, os trabalhadores ficam diretamente expostos ao ataque de animais peçonhentos, corte com ferramentas, dentre outros riscos.

**Paisagismo** - A retirada da vegetação de sub-bosque causa uma descaracterização do cenário atual, comprometendo portanto a qualidade paisagística do local.

#### **4.1.1.4 Derrubada florestal semimecanizada**

Refere-se ao abate das árvores com uso de motosserras. Nas grandes empresas, esta operação geralmente é restrita às áreas íngremes, onde a declividade limita a utilização de máquinas. A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, pelo uso de motosserra, e de partículas sólidas, quando da queda das árvores sobre o solo, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A maior exposição do solo às intempéries, em decorrência do corte da floresta, favorece a ocorrência de fenômenos erosivos, que contribuem para o aumento da turbidez e do assoreamento dos cursos d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação e a exposição do solo, em virtude dessa atividade, contribuem para a desregularização da vazão, em decorrência do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento ao processo de infiltração e percolação da água no perfil do solo.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O impacto das árvores sobre o solo e o pisoteio de pessoas na área de corte propiciam o aumento da compactação. Este processo, juntamente com o desnudamento do solo, contribuem para o aparecimento dos fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - A deposição de restos vegetais sobre o solo, em decorrência da atividade de corte, proporciona, após a mineralização, melhorias na qualidade química desse recurso.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - Quando o corte é realizado em áreas limites entre a floresta plantada e a vegetação

nativa, ocorre, em alguns casos, a queda de árvores sobre a reserva. No que se refere à vegetação plantada, observa-se um impacto negativo (pela colheita da floresta) e positivo (pela retomada do crescimento). Vale a pena ressaltar que este impacto positivo só ocorre nas situações em que é adotada a prática de condução de brotação. No caso da vegetação de sub-bosque, os impactos estão relacionados com o trânsito de pessoas na área de corte e com a queda das árvores.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - O corte do eucalipto e os danos gerados à vegetação de sub-bosque, em virtude dessa atividade, acarretam a diminuição da capacidade de suporte da fauna terrestre, que passa a dispor de menores quantidades de alimento, abrigo e locais para nidificação. A presença humana na execução dessa atividade causa ainda o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma semimecanizada, esta atividade propicia maior demanda de mão-de-obra, gerando portanto um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Esta atividade expõe os trabalhadores diretamente às frentes de trabalho, ficando estes portanto mais susceptíveis aos riscos de acidentes. Além disso, as áreas destinadas ao corte semimecanizado geralmente são mais acidentadas, o que torna esses problemas ainda mais graves.

**Paisagismo** - O corte da floresta acarreta a exposição do solo, podendo levar a um desconforto visual expressivo, principalmente quando realizado às margens das estradas, próximos de comunidades ou em áreas mais expostas.

#### **4.1.1.5. Processamento semimecanizado**

Refere-se as operações de desgalhamento, destopamento e traçamento das árvores, com uso de motosserras. A atividade apresentou relação impactante com 19 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, pelo uso de motosserra, e de partículas sólidas, quando da suspensão de serragem pelas operações de corte, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A compactação do solo, pelo trânsito de pessoas na área, favorecem a ocorrência de fenômenos erosivos, que contribuem para o aumento da turbidez e do assoreamento dos cursos d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação, em decorrência do processamento, acarretam a desregularização da vazão, em virtude do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento ao processo de infiltração e percolação de água no perfil do solo.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O pisoteio de pessoas na área de corte propicia a compactação. Este processo, juntamente com a exposição do solo, contribui para o aparecimento dos fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - A deposição de restos vegetais sobre o solo, em decorrência do processamento, proporciona, após a mineralização, melhorias na qualidade química desse recurso. Em contrapartida, a compactação do solo por esta atividade acarreta o aumento da velocidade de escoamento superficial, potencializando desta forma as perdas de nutrientes do sítio, com reflexos negativos sobre o referido fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação plantada e de sub-bosque)** - O processamento pode acarretar danos mecânicos aos tocos, comprometendo, em alguns casos,

o desenvolvimento das cepas. No caso da vegetação de sub-bosque, os impactos estão relacionados com o trânsito de pessoas na área de corte e com a movimentação de toretes sobre o solo.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - Os danos gerados à vegetação de sub-bosque, em virtude dessa atividade, acarreta a diminuição da capacidade de suporte da fauna terrestre, que passa a dispor de menores quantidades de alimento, abrigo e locais para nidificação. A presença humana na execução dessa atividade causa ainda o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma semimecanizada, esta atividade demanda um bom contingente de mão-de-obra, proporcionando, portanto, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Esta atividade expõe os trabalhadores diretamente às frentes de trabalho, ficando estes portanto mais susceptíveis aos riscos de acidentes.

**Paisagismo** - O enleiramento da galhada e o embandeiramento dos toretes são etapas que podem ocorrer durante a realização desta atividade. Estes processos proporcionam a exposição do solo nas áreas de corte, acarretando desta forma a artificialização da paisagem.

#### **4.1.1.6. Extração com Forwarder**

Refere-se a extração mecanizada dos toretes, para as margens das estradas ou pátio de estocagem. A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - O tráfego de máquinas nos talhões acarreta a produção de gases e a emissão de partículas sólidas na atmosfera, com reflexos negativos sobre a qualidade do ar.



**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - O tráfego do Forwarder dentro dos talhões provoca a compactação e o desgaste do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em decorrência dessa atividade, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, o que implica a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O tráfego do Forwarder nos talhões acarreta o desgaste e a compactação do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando portanto um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - A extração com Forwarder, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos causados pelos pneumáticos. A vegetação plantada é afetada pelos danos acarretados às cepas e o sub-bosque pelo próprio trânsito destas máquinas no talhão.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A geração de ruídos e o tráfego de máquinas nos talhões, acabam provocando respectivamente o afugentamento e o atropelamento de alguns exemplares da fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando portanto um impacto positivo de menor magnitude quando comparado ao método de extração por tombamento manual. No entanto, a mão-de-obra nas operações mecanizadas é mais qualificada e os salários geralmente são maiores.

**Acidentes** - Esta atividade apresenta poucos riscos de acidentes, uma vez que os operadores se encontram protegidos dentro de cabines e à uma certa distância em relação às frentes de trabalho.

**Paisagismo** - A extração da madeira expõe ainda mais o solo nas áreas de corte, contribuindo assim para a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.1.7. Empilhamento mecanizado no talhão**

Esta atividade também é realizada pelo Forwarder e consiste no empilhamento dos toretes nas margens dos talhões. A atividade apresentou relação impactante com 19 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, pelo funcionamento dessas máquinas, e de partículas sólidas, pelo processo de empilhamento, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira dentro dos talhões provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do empilhamento dos toretes, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, o que implica a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira acarreta a compactação e o desgaste do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O empilhamento com Forwarder, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos. A vegetação plantada é afetada pelos danos acarretados às cepas e o sub-bosque pelo próprio processo de empilhamento nos talhões.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A geração de ruídos das máquinas durante o processo de empilhamento acaba provocando o afastamento de alguns exemplares da fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando, portanto, um impacto positivo de baixa magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Esta atividade apresenta poucos riscos de acidentes, uma vez que os operadores se encontram protegidos dentro de cabines e a uma certa distância em relação às frentes de trabalho.

#### **4.1.1.8. Tombamento manual**

Esta atividade consiste na extração da madeira do talhão por meio do tombo manual. Nesse caso, os toretes são tombados morro abaixo até as margens das estradas. A atividade apresentou relação impactante com 19 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas)** - O contato dos toretes com o solo, no momento do tombo, acarreta a suspensão de partículas sólidas para a atmosfera, depreciando desta forma a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - O tombamento dos toretes nas áreas de corte danifica a camada superficial do solo, proporcionando assim a ocorrência de fenômenos erosivos, que contribuem para o aumento da turbidez e o assoreamento dos cursos d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, pelo tombamento dos toretes, acarretam a desregularização da vazão, em virtude do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento aos processos de infiltração e percolação de água no perfil do solo.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O tombo dos toretes na área de corte acarreta a compactação do solo, processo este que favorece o surgimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação do solo, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - Quando o tombo manual é realizado em áreas limites entre a floresta plantada e a vegetação nativa, ocorre, em alguns casos, a queda de toretes sobre a reserva. O sub-bosque, por sua vez, é afetado de forma mais expressiva, já que os toretes são tombados sobre esta vegetação. Assim, da mesma forma, esses

danos incidem também sobre as cepas, as quais sofrem muitas vezes escoriações e esmagamento.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - Os danos gerados à vegetação de sub-bosque, em decorrência dessa atividade, acarreta a diminuição da capacidade de suporte da fauna terrestre, que passa a dispor de menores quantidades de alimento, abrigo e locais para nidificação. A presença humana na execução dessa atividade causa ainda o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma manual, esta atividade demanda um grande contingente de mão-de-obra, proporcionando, portanto, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Esta atividade expõe os trabalhadores diretamente às frentes de trabalho, ficando estes portanto mais susceptíveis aos riscos de acidentes.

**Paisagismo** - A disposição irregular dos toretes na área de corte, em virtude dessa atividade, proporciona a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.1.9. Empilhamento manual na margem da estrada**

Consiste na formação de pilhas de madeira nas margens das estradas para posterior carregamento . A atividade apresentou relação impactante com 19 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas)** - Esta atividade acarreta a suspensão de partículas sólidas para a atmosfera, devido principalmente a movimentação dos toretes sobre o solo.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do empilhamento dos toretes, acarreta a desregularização da vazão, em virtude do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento ao processo de infiltração e percolação de água no perfil do solo.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira acarreta a compactação e o desgaste do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O empilhamento manual, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude da própria atividade. A vegetação plantada é afetada pelos danos acarretados às cepas e o sub-bosque pelo próprio processo de empilhamento.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A presença humana na execução dessa atividade afugenta e causa estresse à fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma manual, esta atividade demanda um grande contingente de mão-de-obra, proporcionando, portanto, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Durante a realização dessa atividade, os trabalhadores ficam diretamente expostos às frentes de trabalho, o que proporciona maior susceptibilidade aos riscos de acidentes. O elevado esforço físico exigido nesta atividade pode acarretar danos futuros à saúde dos operadores

**Paisagismo** - A formação de pilhas de madeira nas margens das estradas proporciona a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.1.10. Empilhamento manual no talhão**

Esta atividade é realizada após o processamento e consiste basicamente na formação de pilhas de madeira na área de corte para posterior extração. A atividade apresentou relação impactante com 18 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas)** - A movimentação dos toretes no solo, em virtude dessa atividade, acarreta a suspensão de partículas sólidas para a atmosfera, depreciando assim a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (assoreamento)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira no interior dos talhões provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento dos processos de assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do empilhamento dos toretes, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, proporcionando, portanto, a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - A compactação e o desgaste do solo, em decorrência do empilhamento nos talhões, contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação,

potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O empilhamento, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude da própria atividade. A vegetação plantada é afetada pelos danos acarretados às cepas e o sub-bosque pelo próprio processo de empilhamento.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A intervenção antrópica nos talhões, em virtude dessa atividade, afugenta e causa estresse à fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O processo de assoreamento, em decorrência dos fenômenos erosivos, afeta a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma manual, esta atividade demanda um grande contingente de mão-de-obra, proporcionando, portanto, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Durante a realização dessa atividade, os trabalhadores ficam diretamente expostos às frentes de trabalho, o que proporciona maior susceptibilidade aos riscos de acidentes.

**Paisagismo** - A formação de pilhas de madeira dentro dos talhões acarreta a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.1.11. Guinchamento dos toretes**

Para a realização dessa atividade, os operadores descem primeiramente com os cabos até as pilhas de madeira onde é feito o engate. A partir daí, dá-se início à operação, que geralmente é realizada por meio de um trator agrícola acoplado a um guincho (TMO). A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.



**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, quando do funcionamento dos tratores, e de partículas sólidas, quando do arraste das pilhas de madeira, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - O arraste das pilhas de madeira dentro dos talhões provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do arraste das pilhas, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, proporcionando, portanto, a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O arraste das pilhas nos talhões acarreta a compactação e o desgaste do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O arraste dos toretes, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos proporcionados pela operação. Esta operação, por ser realizada em contato com o solo, acaba impactando significativamente as cepas e a vegetação de sub-bosque.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A geração de ruídos e a operação de guinchamento pelas máquinas nos talhões acabam provocando, respectivamente, o afugentamento e a morte de alguns exemplares da fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando, portanto, um impacto positivo de baixa magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - As atividades mecanizadas acarretam uma redução dos riscos de acidentes, em virtude do menor número de operadores e da maior distância entre estes e as frentes de trabalho.

**Paisagismo** - O arraste das pilhas de madeira expõe o solo e causa danos à sua camada superficial, contribuindo assim para a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.2. Descrição dos impactos ambientais identificados nos subsistemas de toras compridas**

Os impactos ambientais nos subsistemas de toras compridas esteve relacionados com seis atividades impactantes. Foram descritos abaixo, os fatores ambientais que apresentaram relações de impactos com as referidas atividades.

##### **4.1.2.1. 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 para a realização das atividades mecanizadas e manuais desempenha uma influência positiva e direta sobre o fator ambiental "empregos".

#### **4.1.2.2. Roçada pré-corte**

Esta atividade apresentou o mesmo perfil impactante observado nos subsistemas de toras curtas, onde se encontra portanto a descrição dos fatores ambientais relacionados à referida atividade.

#### **4.1.2.3. Derrubada florestal mecanizada**

Para a realização dessa atividade, a máquina posiciona o cabeçote de corte na base do tronco, realizando assim o abate das árvores. No caso do Feller derrubador-acumulador, as árvores são mantidas em pé após o corte, sendo tombadas em feixes, num ângulo de 45 graus com o solo. A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, pelo uso de máquinas, e de partículas sólidas, quando da queda das árvores sobre o solo, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A maior exposição do solo às intempéries, em decorrência do corte da floresta, favorece a ocorrência de fenômenos erosivos, que contribuem para o aumento da turbidez e do assoreamento dos cursos d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - O processo de compactação, em virtude do impacto das árvores sobre o solo e do tráfego de máquinas, e a limpeza da área, pela própria atividade, acarretam a desregularização da vazão, em virtude do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento ao processo de infiltração e percolação de água no perfil do solo.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O impacto das árvores sobre o solo e o tráfego de máquinas na área de corte propiciam a compactação. Este processo, juntamente com a limpeza da área, contribuem para o aparecimento dos fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação e da exposição do solo, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O corte mecanizado, quando realizado em áreas próximas de reserva, acaba, em alguns casos, impactando este tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos causados pelos rodados. No que se refere à vegetação plantada, observa-se um impacto negativo (pela colheita da floresta plantada) e positivo (pela retomada do crescimento). Este impacto positivo no entanto só ocorre nas situações em que é adotada a prática de condução de brotação. No caso da vegetação de sub-bosque, os impactos estão relacionados com o trânsito de máquinas na área de corte e com a queda das árvores.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - Os danos gerados à vegetação de sub-bosque, em virtude do trânsito de máquinas nas áreas de corte, acarretam a diminuição da capacidade de suporte da fauna terrestre, que passa a dispor de menores quantidades de alimento, abrigo e locais para nidificação. O ruído das máquinas na execução dessa atividade causa ainda o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando, portanto, um impacto positivo de menor magnitude quando comparado ao método de corte semimecanizado.

**Acidentes** - Esta atividade apresenta poucos riscos de acidentes, uma vez que os operadores se encontram protegidos dentro de cabines e à uma certa distância em relação às frentes de trabalho.

**Paisagismo** - O corte da floresta acarreta a artificialização da paisagem, podendo levar a um desconforto visual expressivo, quando realizado às margens das estradas, próximos de comunidades ou em áreas mais expostas.

#### **4.1.2.4. Desgalhamento e destopamento manual**

Esta atividade é realizada por uma equipe de campo, a qual desgalha e destopa as árvores abatidas pelo Feller Buncher, com uso de machadinhas. Consiste portanto no preparo da madeira para a operação de arraste. A atividade apresentou relação impactante com 8 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Recurso hídrico (turbidez)** - O aparecimento de fenômenos erosivos, em decorrência da compactação pelo trânsito de pessoas, contribui para um aumento desprezível dos processos de turbidez.

**Recurso edáfico (compactação)** - O trânsito de pessoas na área de corte contribui para um ligeiro aumento dos processos de compactação.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - Os restos vegetais depositados na área de corte, em virtude dessa atividade, acarretam melhorias das propriedades químicas do solo, após a mineralização, proporcionando, portanto, um aspecto positivo para o referido fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação plantada)** - Os restos vegetais depositados sobre o solo, em virtude dessa atividade, acaba servindo como fonte de nutrição mineral para essa vegetação, após o processo de decomposição.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A intervenção antrópica nos talhões para execução dessa atividade acarreta o afugentamento de alguns indivíduos do local.

**Empregos** - Por ser realizada de forma manual, esta atividade demanda um grande contingente de mão-de-obra, proporcionando, portanto, um impacto positivo de grande magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - Esta atividade expõe os trabalhadores diretamente às frentes de trabalho, ficando estes portanto mais susceptíveis aos riscos de acidentes.

#### **4.1.2.5. Arraste mecanizado**

Esta atividade está relacionada com a extração das toras, da área de corte até as margens das estradas. No caso em estudo, utilizou-se o Timbco Skidder, Clambunk Skidder e o Track Skidder. A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases resultantes da combustão, quando do funcionamento dos tratores, e de partículas sólidas, quando do arraste das toras, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - O arraste das toras dentro dos talhões provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do arraste das toras, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, proporcionando, portanto, a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - O arraste das toras nos talhões acarreta a compactação e o desgaste do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O arraste das toras, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos. Esta operação, por

ser realizada em contato com o solo, acaba impactando significativamente as cepas e a vegetação de sub-bosque.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A geração de ruídos e o trânsito de máquinas nos talhões acabam provocando, respectivamente, o afugentamento e o atropelamento de alguns exemplares da fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - O aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos, afetam a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos desse meio.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando, portanto, um impacto positivo de menor magnitude quando comparado ao método de extração por tombamento manual.

**Acidentes** - As atividades mecanizadas acarretam uma redução dos riscos de acidentes, em virtude do menor número de operadores e da maior distância entre estes e as frentes de trabalho.

**Paisagismo** - O arraste das toras expõe o solo e causa danos à sua camada superficial, contribuindo assim para a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.2.6. Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão**

Esta atividade está relacionada com o traçamento e o empilhamento das toras nas margens dos talhões, com auxílio da Garra Traçadora. A atividade apresentou relação impactante com 20 fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico.

**Ar (partículas sólidas e gases)** - A produção de gases, pelo funcionamento dessas máquinas, e de partículas sólidas, pelo processo de traçamento e empilhamento, depreciam a qualidade do ar.

**Recurso hídrico (turbidez e assoreamento)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira dentro dos talhões provoca o desgaste e a compactação do solo, o que implica o aparecimento de fenômenos erosivos e, conseqüentemente, o aumento da turbidez e do assoreamento das coleções d'água.

**Recurso hídrico (vazão)** - A compactação do solo, em virtude do empilhamento dos toretes, acarreta o aumento dos processos de escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento da infiltração e percolação de água no perfil do terreno, proporcionando, portanto, a desregularização da vazão.

**Recurso edáfico (compactação e erosão)** - A sobrecarga gerada pelas pilhas de madeira acarreta a compactação e o desgaste do solo, fatores estes que contribuem para o aparecimento de fenômenos erosivos.

**Recurso edáfico (propriedades químicas do solo)** - O aumento da velocidade de escoamento superficial, em virtude da compactação, potencializa as perdas de nutrientes do sítio, proporcionando, portanto, um impacto negativo para esse fator ambiental.

**Flora terrestre (vegetação original, plantada e de sub-bosque)** - O empilhamento, quando realizado em áreas próximas da reserva, acaba impactando esse tipo de vegetação, em virtude dos danos mecânicos. A vegetação plantada é afetada pelos danos acarretados às cepas, e o sub-bosque, pelo próprio processo de empilhamento nos talhões.

**Fauna terrestre (vertebrados e insetos)** - A geração de ruídos pelas máquinas durante o processo de traçamento e empilhamento acaba provocando o afugentamento de alguns exemplares da fauna terrestre.

**Flora e fauna aquática (macrófitas, fitoplâncton, peixes e zooplâncton)** - Nas margens das estradas, onde geralmente se dão os processos de traçamento e empilhamento, é comum o acúmulo de graxas e óleos no solo que, por intermédio das chuvas, impacta o ecossistema aquático e seus componentes bióticos. Soma-se a isto a redução da produtividade global do



meio aquático pelo aumento da turbidez e do assoreamento, em decorrência dos processos erosivos.

**Empregos** - Por ser realizada de forma mecanizada, esta atividade apresenta pouca expressividade no que se refere à geração de empregos, proporcionando, portanto, um impacto positivo de baixa magnitude para esse fator ambiental.

**Acidentes** - As atividades mecanizadas acarretam uma redução dos riscos de acidentes, em virtude do menor número de operadores e da maior distância entre estes e as frentes de trabalho.

**Paisagismo** - A formação de pilhas de madeira dentro dos talhões proporciona a depreciação da qualidade paisagística do local.

#### **4.1.3. Principais impactos ambientais identificados e suas respectivas medidas ambientais**

Identificou-se 22 impactos ambientais referentes aos subsistemas de colheita avaliados, os quais são listados abaixo, juntamente com suas respectivas medidas ambientais, mitigadoras ou potencializadoras, conforme o caso.

- 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 os subsistemas de colheita que gerem uma maior demanda de mão-de-obra.

- Depreciação da qualidade do ar, quando da emissão de partículas sólidas, nas operações que envolvem o decapeamento do solo, trânsito de máquinas e movimentação e impacto da madeira sobre o terreno. Medidas mitigadoras: Fornecer treinamento aos operadores no sentido de se restringir o número de manobras nas operações mecanizadas; adotar um planejamento de forma a otimizar o traçado das máquinas nas diferentes operações.

- Depreciação da qualidade do ar, quando da emissão de gases resultantes da combustão, em decorrência do uso de diferentes tipos de máquinas, em operações diversas. Medidas mitigadoras: Aprimorar a parte mecânica das máquinas, diminuindo o seu potencial poluidor; adotar um planejamento criterioso de manutenção para os diferentes tipos de máquinas utilizadas.

- Aumento do nível de turbidez e assoreamento dos corpos d'água, em virtude do aparecimento de fenômenos erosivos, quando da interferência direta no solo, decorrentes da compactação, desgaste e revolvimento do solo, resultantes da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Realizar um planejamento operacional das áreas a serem colhidas, a fim de se evitar a entrada de máquinas em locais susceptíveis aos processos erosivos; priorizar a utilização de máquinas com rodados que proporcione menor compactação do solo.

- Aumento do nível de turbidez e assoreamento dos corpos d'água, em virtude do aparecimento de fenômenos erosivos, quando da interferência indireta no solo, decorrentes da limpeza da área, pela colheita da floresta plantada e pelos danos gerados à vegetação de sub-bosque, resultantes da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Desenvolver uma ferramenta para o planejamento espacial, que possibilite identificar os pontos mais propensos ao surgimento de fenômenos erosivos, através da utilização de um sistema de informação geográfica (SIG); promover a revegetação dos taludes em áreas de preservação permanente.

- Desregularização da vazão dos cursos d'água, em virtude do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, quando da interferência direta no solo, decorrente de sua compactação, resultantes da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Priorizar a utilização de máquinas com rodados que proporcione menor compactação do solo; evitar o trânsito excessivo de máquinas em solos com altos teores de umidade.

- Desregularização da vazão dos cursos d'água, em decorrência do aumento do escoamento superficial e subsuperficial, quando da interferência indireta no

solo, pela colheita da floresta plantada e pelos danos gerados à vegetação de sub-bosque, resultantes da execução de diferentes operações. Medidas mitigadoras: Restringir os danos à vegetação de sub-bosque, quando da retirada da madeira do talhão, em áreas próximas de mananciais hídricos; Evitar a extração de madeira por guinchamento, em áreas próximas das coleções d'água.

- Melhoria das propriedades químicas do solo, em virtude da deposição de restos vegetais sobre a sua camada superficial, nas atividades de roçada pré-corte, derrubada florestal, processamento semimecanizado e desgalhamento e destopamento manual. Medidas potencializadoras: Priorizar os subsistemas de colheita que proporcionem deposição dos restos vegetais na área de corte; promover uma maior fragmentação dos restos vegetais, a fim de se acelerar os processos de mineralização e fertilização do solo.

- Alteração das propriedades químicas do componente edáfico, em virtude dos processos de compactação, revolvimento, decapeamento e desgaste do solo, resultantes da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Realizar um planejamento, a fim de se otimizar o traçado das máquinas dentro dos talhões; fornecer um treinamento periódico aos operadores, a fim de se otimizar a execução das operações.

- Estreitamento da base genética das espécies vegetais, em virtude dos danos gerados à vegetação nativa e de sub-bosque, em decorrência da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Estudar criteriosamente a direção de queda das árvores, em áreas próximas da reserva; priorizar os métodos de extração que proporcionem menores níveis de danos à vegetação de sub-bosque.

- Danos acarretados às cepas, em virtude da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Realizar um planejamento, a fim de se otimizar o traçado das máquinas dentro dos talhões; conscientizar os operadores sobre a importância das brotações, a fim de se reduzir os danos mecânicos sobre este tipo de vegetação.

- Danos acarretados à floresta plantada, em decorrência da atividade de derrubada. Medida mitigadora: Priorizar em algumas áreas o corte seletivo;
  
- Restabelecimento do crescimento, em virtude da atividade de derrubada. Medidas potencializadoras: Realizar o corte na altura que possa favorecer o crescimento de brotações mais vigorosas; fornecer treinamento periódico para a equipe técnica responsável pelo corte, a fim de se minimizar a formação de espetos após esta operação.
  
- Diminuição da capacidade de suporte do meio para a fauna terrestre, devido aos danos gerados à vegetação de sub-bosque, em decorrência da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Priorizar os métodos de extração que proporcionem menores níveis de danos à vegetação de sub-bosque; realizar um planejamento, a fim de se otimizar o traçado das máquinas dentro dos talhões.
  
- Danos à fauna terrestre, pelo afugentamento e estresse de alguns exemplares, em decorrência do aumento do nível de ruído e da intervenção antrópica nos talhões, quando da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Desenvolver um sistema de filtro para que se possam reduzir os níveis de ruído das máquinas; disciplinar o trabalho de campo, de forma a reduzir o ruído durante as operações.
  
- Danos à fauna terrestre, em decorrência de atropelamentos, quando da movimentação de máquinas e veículos durante execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Realizar um planejamento, a fim de se otimizar o traçado das máquinas dentro dos talhões; conscientizar os operadores de máquinas da importância da fauna terrestre, a fim de reduzir os danos sobre esses indivíduos.
  
- Danos aos componentes bióticos do meio aquático, quando da contaminação indireta do seu ecossistema, pelo derramamento de combustíveis e lubrificantes no solo. Medidas mitigadoras: Adotar um planejamento criterioso

de manutenção para os diferentes tipos de máquinas utilizadas; evitar o trânsito de máquinas próximo das coleções d'água.

- Danos aos componentes bióticos do meio aquático, quando da diminuição da produtividade global do seu ecossistema, pelo aumento dos processos de assoreamento e turbidez dos corpos hídricos, como consequência do surgimento de fenômenos erosivos, resultantes da execução de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Realizar um planejamento operacional das áreas a serem colhidas, a fim de se evitar a entrada de máquinas em locais susceptíveis aos processos erosivos; promover a revegetação dos taludes em áreas de preservação permanente.

- Possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, quando da realização de diferentes atividades. Medidas mitigadoras: Conscientizar os operadores sobre a importância do uso dos equipamentos de proteção individual (EPI); fornecer treinamento aos operadores e ajudantes nas diferentes operações.

- Impacto visual, em virtude da remoção da floresta plantada e dos danos gerados ao sub-bosque. Medidas mitigadoras: Realizar o corte em mosaicos; Evitar a extração de madeira por guinchamento, a fim de se atenuar os impactos sobre a vegetação de sub-bosque.

- Impacto visual, em virtude da exposição do solo e dos danos gerados à sua camada superficial, em consequência das operações de arraste, guinchamento e tombamento manual. Medidas mitigadoras: Priorizar os métodos de extração que proporcionem menores níveis de danos ao solo; conscientizar a equipe de campo dos problemas ambientais proporcionados pelo processo de extração.

- Depreciação da qualidade paisagística, em virtude das atividades de instalação de acampamentos e de empilhamento dos toretes. Medidas mitigadoras: Construir estruturas fixas e em pontos estratégicos, com melhor aspecto visual; evitar o empilhamento dos toretes em áreas próximas de comunidades.

## **4.2. Aspectos ambientais dos subsistemas de colheita avaliados**

As matrizes de interação pertencentes aos subsistemas de toras curtas e compridas apresentaram, respectivamente, 140 e 120 relações de impactos (número de linhas x número de colunas). Esse diferencial ocorreu devido ao maior número de atividades impactantes observadas nas matrizes pertencentes ao subsistema de toras curtas.

Os fatores ambientais do meio físico (compactação e erosão), quando interceptados com a atividade de derrubada florestal, mostraram-se de forma mais expressiva, ou seja, com maior magnitude de impacto, no subsistema de toras compridas. Nestes casos, a derrubada foi realizada de forma mecanizada (Feller Buncher), o que proporcionou um quadro mais agravante para esses fatores.

Dos componentes bióticos da flora terrestre, a vegetação de sub-bosque foi a mais impactada, sendo esse comportamento observado nos dois subsistemas. Isso pode ser explicado em virtude da grande intervenção antrópica nos talhões proporcionada pelas operações de colheita. A derrubada mecanizada foi menos impactante para a vegetação nativa quando comparado com a mesma operação semimecanizada. Isso ocorreu devido ao Feller Buncher apresentar um maior poder de direcionamento de queda das árvores abatidas.

O fator ambiental "empregos" foi menos expressivo no subsistema de toras compridas, sendo esse aspecto proporcionado pelo maior número de atividades mecanizadas. Neste subsistema, os riscos de acidentes foram menores quando comparados ao subsistema de toras curtas. Isto ocorreu em vista da menor demanda de mão-de-obra e também pela maior segurança das operações mecanizadas, uma vez que estas não expõem os operadores diretamente às frentes de trabalho.

Os subsistemas mais expressivos em termos de saldo total médio de impacto, em cada grupo, foram Motosserra + TMO e Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora (Quadro 2).

O grande número de relações de impactos, aliado à subjetividade do método, fez com que o saldo total de impacto se apresentasse com grande variabilidade nas três repetições (Quadro 2).

Quadro 2 - Perfil dos impactos ambientais nos seis subsistemas estudados

Subsistemas de colheita avaliados	Saldo total de impacto			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Média
Toras curtas				
Motosserra+ TMO	-88	-118	-212	-139,33
Motosserra+ Forwarder	-86	-91	-189	-122,00
Motosserra+ Tombamento manual	-60	-77	-183	-106,66
Toras compridas				
Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora	-86	-44	-171	-100,33
Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora	-86	-44	-171	-100,33
Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora	-89	-56	-171	-105,33

R<sub>1</sub> - Resultado obtido com o preenchimento da matriz pelo técnico 1.

R<sub>2</sub> - Resultado obtido com o preenchimento da matriz pelo técnico 2.

R<sub>3</sub> - Resultado obtido com o preenchimento da matriz pelo técnico 3.

Dentre os subsistemas de toras curtas avaliados, Motosserra + TMO foi o mais crítico, com uma capacidade impactante média de 19,90% (Figura 10). Dentre os subsistemas de toras compridas, Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora foi o mais expressivo com 17,56% (Figura 11).

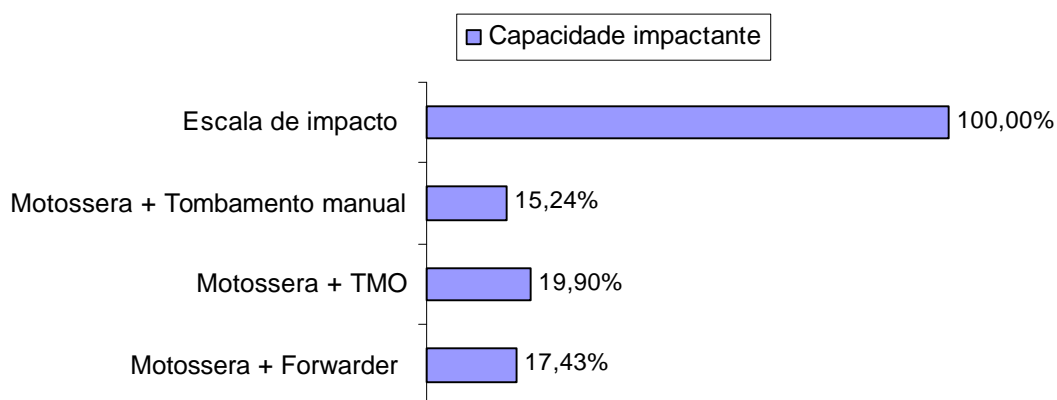


Figura 10 - Capacidade impactante dos subsistemas de toras curtas em termos médios.

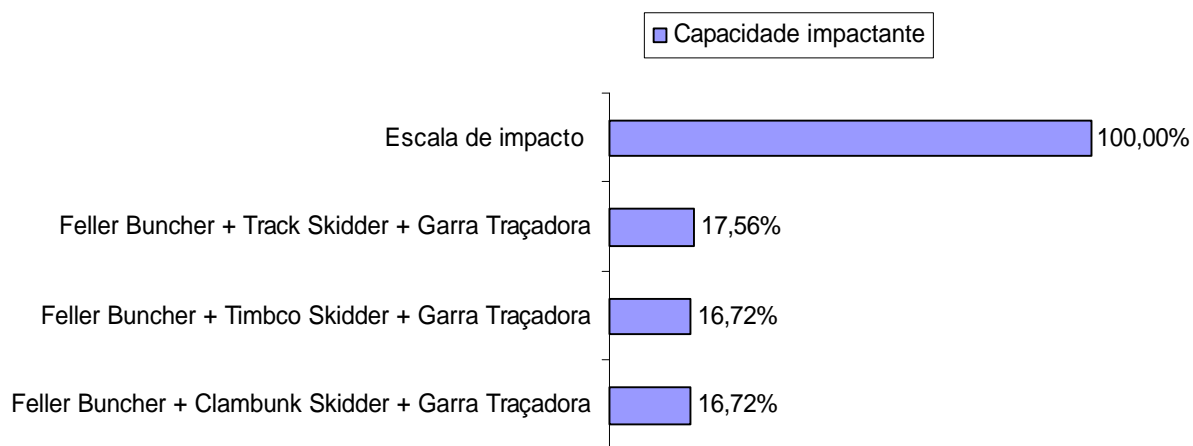


Figura 11- Capacidade impactante dos subsistemas de toras compridas em termos médios.

#### 4.2.1. Subsistemas de toras curtas avaliados

As matrizes de interação elaboradas para os subsistemas de toras curtas avaliados apresentaram, cada uma, sete atividades impactantes e 20 fatores ambientais, sendo oito no meio físico, nove no biótico e três no antrópico. O que diferenciou o saldo de impacto nesse grupo foram as atividades de extração e empilhamento da madeira, as quais foram realizadas de forma específica em cada um desses subsistemas. Das atividades impactantes comuns aos subsistemas de toras curtas, destacou-se, a derrubada florestal semimecanizada, com um saldo negativo de impacto bastante expressivo nas três avaliações. As atividades de contratação de mão-de-obra e de empilhamento manual na margem da estrada foram as únicas a apresentarem um saldo de impacto positivo.

A atividade impactante "derrubada florestal semimecanizada" quando interceptada com o fator ambiental "vegetação plantada", apresentou impacto positivo (+3) e negativo (-2), conforme pode ser observado no Apêndice A. Neste Apêndice, também foi observado divergência para a atividade de "processamento semimecanizado" em relação ao fator ambiental "propriedades químicas do solo".

O saldo total médio de impacto, no Quadro 2, mostrou que o subsistema motosserra + TMO foi o mais impactante (-139,33), seguido de motosserra + Forwarder (-122,00) e motosserra + Tombamento manual



(-106,66). A discussão a seguir foi realizada com base nas atividades específicas de cada subsistemas, ou seja, naquelas relacionadas com a extração e empilhamento da madeira.

#### **4.2.1.1. Subsistema motosserra + TMO**

Das atividades impactantes pertencentes a esse componente, o guinchamento dos toretes foi a que apresentou o maior saldo de impacto, contribuindo inclusive de forma significativa para que esse subsistema se apresentasse como a pior alternativa em termos ambientais. Esta atividade foi a mais impactante nas três avaliações, chegando a representar, em uma das repetições, 47,46 % do saldo total de impacto (Quadro 7a - Apêndice A). Neste caso, seis dos oito fatores ambientais do meio físico atingiram notas negativas máximas, sendo estes, partículas sólidas e gases (ar); turbidez, assoreamento e vazão (recurso hídrico) e erosão (recurso edáfico). O guinchamento, além de expor às intempéries grandes áreas dentro dos talhões, acaba causando a compactação e o revolvimento do solo. Esses danos ambientais incidentes sobre o recurso edáfico refletiram de forma indireta nos componentes do recurso hídrico. A qualidade do ar também foi bastante alterada pela suspensão de particulados. No meio biótico, a flora terrestre acabou sofrendo danos mecânicos devido ao arraste dos feixes, principalmente no caso das cepas e da vegetação de sub-bosque. Os componentes bióticos do meio aquático foram impactados de forma indireta, em virtude dos danos gerados ao recurso edáfico. No meio antrópico, o aspecto paisagístico foi bastante afetado (Quadros 7 e 8a - Apêndice A), devido principalmente às marcas deixadas no solo pelo arraste das pilhas de madeira. A grande expressividade dessa atividade em termos de saldo de impacto, pode ser explicado pela sua grande capacidade de alteração do meio ambiente nos compartimentos físico, biótico e antrópico.

Ao contrário do guinchamento, o empilhamento manual no talhão apresentou um saldo negativo médio de impacto pouco expressivo (Figura 12). Por não comprometer de forma crítica o recurso edáfico, os outros componentes do meio físico, como o recurso hídrico e o ar, também não apresentaram impactos de grandes magnitudes, assim pela mesma razão,

alguns componentes do meio biótico também foram menos expressivos. O meio antrópico, no entanto, foi bastante afetado em uma das avaliações (Quadro 8a - Apêndice A). Nesse caso, o fator ambiental "empregos" apresentou magnitude máxima de impacto. Isso ocorreu devido ao grande contingente de mão-de-obra envolvido na realização da referida operação. Nesse subsistema, 55% dos impactos foram referentes ao meio biótico, 38% ao meio físico e 7% ao meio antrópico (Figura 13).

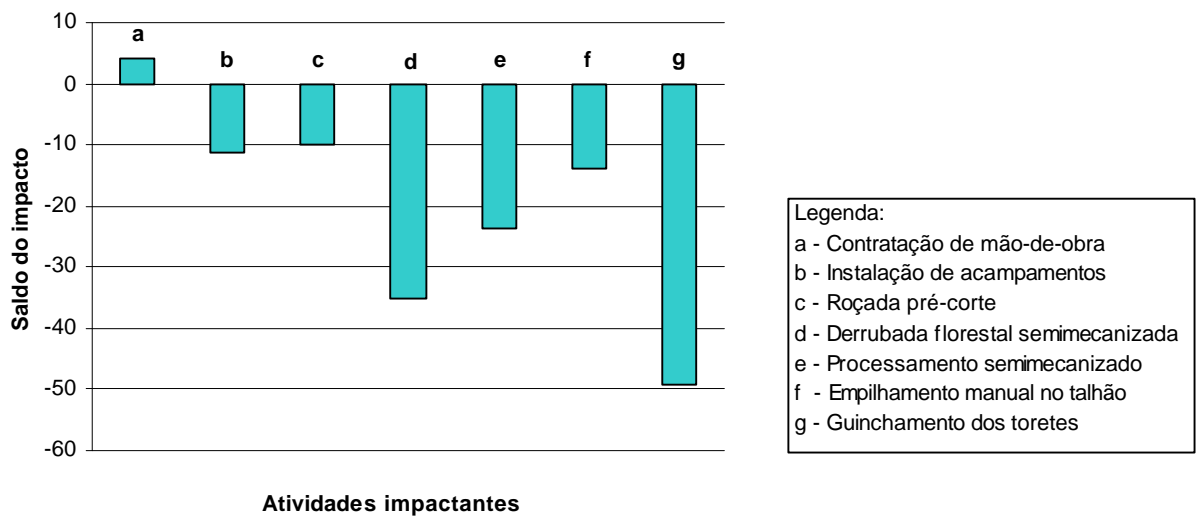


Figura 12 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema motosserra + TMO.

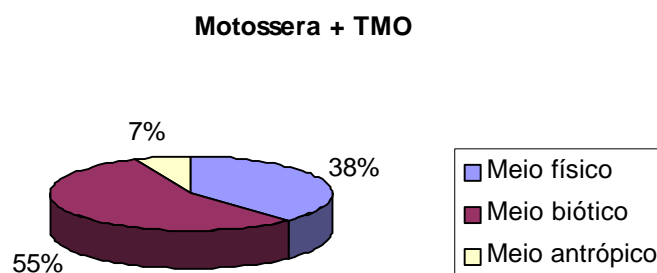


Figura 13 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema motosserra + TMO.

#### **4.2.1.2. Subsistema motosserra + Forwarder**

Os toretes neste caso foram extraídos da área de corte sem contato com o solo. A atividade de extração com forwarder apresentou o segundo maior saldo médio de impacto negativo (Figura 14), destacando com maiores magnitudes os impactos referentes ao recurso edáfico (compactação e erosão) e ao recurso hídrico (assoreamento), conforme observado no Quadro 1a (Apêndice A). O problema da compactação pode ser ainda mais acentuado em áreas montanhosas, já que nestas condições, o Forwarder caminha sempre no mesmo traçado, fato esse que potencializa o referido processo. A pressão dos rodados dessas máquinas, sempre na mesma linha, acaba provocando também o afundamento do solo, com a formação de rotas preferenciais para a descida das águas de chuva dentro dos talhões, agravando assim os processos erosivos nas áreas de corte. A compactação nestes pontos potencializa o escoamento superficial e subsuperficial, em detrimento aos processos de infiltração, proporcionando da mesma forma, a ocorrência de fenômenos erosivos. O aumento do escoamento superficial favorece o carreamento dos restos vegetais da colheita presentes nessas trilhas, bem como do próprio solo que fica susceptível aos processos de erosão. Estas partículas são deslocadas para pontos mais baixos do terreno, onde se localizam os cursos d'água, gerando por consequência, o assoreamento dos canais de drenagem.

A atividade de empilhamento mecanizado no talhão apresentou o maior saldo de impacto no Quadro 2a (Apêndice A), onde chegou a representar 17,46% do saldo total de impacto. No meio físico, os fatores ambientais de maiores relevâncias foram a turbidez e o assoreamento (recurso hídrico) e propriedades químicas do solo (recurso edáfico). O empilhamento provoca o desbarrancamento dos taludes, seja pela sobrecarga, ou pela queda dos toretes, ocasionando assim perda das estruturas superficiais do solo, com conseqüente diminuição da capacidade produtiva do sítio. Esse processo acarreta ainda o aumento da turbidez e do assoreamento. Nos taludes recém-construídos, os danos podem ser maiores, já que nestes casos, o solo apresenta maior susceptibilidade. No meio biótico, os impactos de maiores relevâncias foram referentes à flora e fauna aquática, sendo estes reflexos dos

danos gerados no recurso hídrico, principalmente no que se refere à turbidez e ao assoreamento. Por ser realizado dentro dos talhões, este empilhamento proporcionou um impacto de médio grau para a vegetação de sub-bosque (Quadro 1a - Apêndice A). Neste subsistema, 57% dos impactos foram referentes ao meio biótico, 38% ao meio físico e 5% ao meio antrópico (Figura 15).

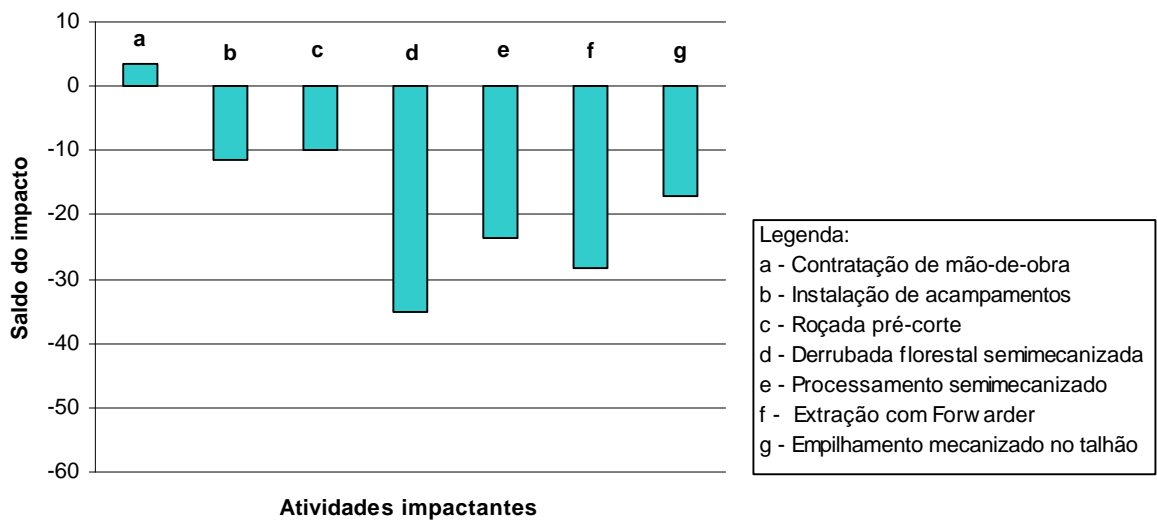


Figura 14 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema motosserra + Forwarder.

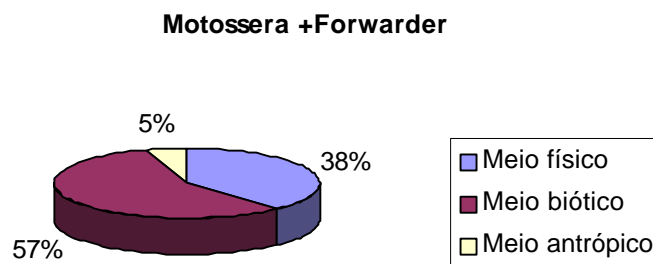


Figura 15 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema motosserra + Forwarder.

#### **4.2.1.3. Subsistema motosserra + tombamento manual**

A extração de madeira nesse caso deu-se de forma manual, ou seja, os toretes foram removidos da área de corte sem a queima de combustíveis fósseis. Essa atividade de extração não contribuiu para a emissão de gases para a atmosfera, proporcionando portanto um aspecto benéfico no que se refere à qualidade do ar. O tombamento manual apresentou o terceiro maior saldo médio de impacto negativo (Figura 16). Esta atividade foi mais expressiva no Quadro 5a (Apêndice A), onde se destacaram no meio físico, os seguintes fatores ambientais: partículas sólidas (ar); assoreamento e vazão (recurso hídrico) e erosão e propriedades químicas do solo (recurso edáfico). Os impactos referentes às partículas sólidas ocorreram em virtude do contato dos toretes com o solo no momento do tombo. A erosão apresentou também magnitude mais expressiva, devido aos danos provocados à camada superficial do terreno. O aumento dos processos erosivos acarretou perdas das propriedades químicas do recurso edáfico. Esses impactos no solo não estão relacionados somente com a atividade em si, mas também com as condições onde esta é colocada em prática, o que sem dúvida, agrava ainda mais esses problemas ambientais. A atividade de tombamento manual é realizada em áreas acidentadas, assim a desestruturação do solo nesses locais causa danos expressivos no que se refere aos processos de erosão e de assoreamento. O tombo manual dos toretes acarreta ainda a compactação que, juntamente com as condições topográficas, potencializam os escorrimentos superficiais, afetando por consequência os processos de infiltração de água no perfil do solo.

No meio biótico, os fatores ambientais da flora e fauna terrestre foram mais expressivos, incluindo, nesse primeiro, a vegetação de sub-bosque, e no segundo os vertebrados e insetos. Tais impactos podem ser facilmente compreendidos, uma vez que os toretes são tombados sobre essa vegetação, acarretando danos não só a essa comunidade vegetal, mas também aos componentes bióticos da fauna terrestre presentes nesses ecossistemas. As cepas também foram impactadas com uma certa expressividade, devido basicamente aos danos mecânicos provocados pelos toretes no momento do tombo (Quadro 4a - Apêndice A). No meio antrópico, os impactos negativos de

maiores magnitudes estiveram relacionados com os acidentes e o paisagismo (Quadro 5a - Apêndice A). No caso dos acidentes, os riscos foram bastante expressivos, uma vez que esta operação é realizada de forma manual, expondo de maneira muito vulnerável os operadores. Outros fatores que contribuíram para esses riscos foram o número expressivo de operadores envolvidos na atividade e o nível elevado de esforço físico exigido na operação. O paisagismo também mereceu destaque, devido principalmente a disposição irregular dos toretes no talhão no momento do tombo e aos danos gerados à vegetação de sub-bosque. Esta atividade, por ser realizada de forma manual, proporcionou um impacto positivo de grande magnitude no que se refere à geração de empregos.

A atividade de empilhamento manual nas margens das estradas também apresentou maior saldo negativo de impacto no Quadro 5a (Apêndice A). Os impactos de maiores magnitudes no meio físico foram referentes aos processos de assoreamento e vazão (recurso hídrico); erosão e propriedades químicas do solo (recurso edáfico). Os empilhamentos muitas vezes são projetados próximos aos taludes, ou seja, em pontos susceptíveis do terreno. Isto potencializa a desestruturação do solo nestes pontos, afetando dessa forma tais componentes do recurso edáfico. A erosão, por sua vez, proporcionou impactos indiretos sobre o recurso hídrico no que diz respeito ao processo de assoreamento. Já os danos referentes à vazão foram devidos à impermeabilização parcial do solo pelas pilhas de madeira. No meio biótico, os impactos de maiores magnitudes estiveram relacionados com a flora e fauna terrestre. No primeiro caso, os danos foram referentes à vegetação de sub-bosque e no segundo aos vertebrados e insetos. Isto é facilmente perceptível, uma vez que os toretes, quando empilhados nas margens das estradas (dentro dos talhões), acabam prejudicando o estabelecimento dessa vegetação. Esse impacto repercutiu de forma indireta sobre os componentes bióticos da fauna terrestre, pois estes necessitam dessa vegetação para fins de abrigo, alimentação, nidificação, dentre outros processos vitais. Esta atividade apresentou ainda um pequeno saldo de impacto positivo (Quadro 6a - Apêndice A). No meio antrópico, o acidente foi bastante expressivo, devido principalmente à forma de realização dessa atividade, ficando os trabalhadores muito susceptíveis aos riscos da operação. A grande exigência de esforço

físico neste caso pode acarretar inclusive danos futuros à saúde dos operadores. Neste subsistema, 62% dos impactos foram referentes ao meio biótico, 34% ao meio físico e 4% ao meio antrópico (Figura 17).

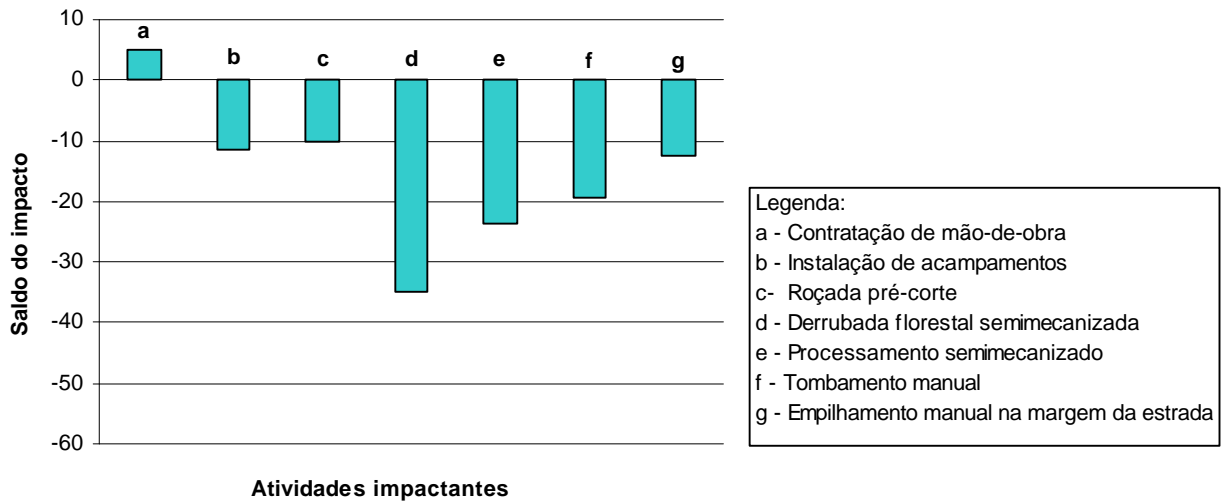


Figura 16 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema motosserra + tombamento manual.

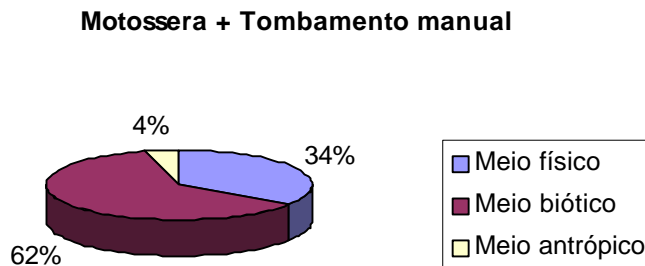


Figura 17 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema motosserra + tombamento manual.

#### 4.2.2. Subsistemas de toras compridas avaliados

As matrizes de interação elaboradas para os subsistemas de toras compridas avaliados apresentaram, cada uma, seis atividades impactantes e vinte fatores ambientais, sendo oito no meio físico, nove no biótico e três no antrópico. As atividades "contratação de mão-de-obra" e "desgalhamento e

destopamento manual" apresentaram um balanço positivo de impacto (Quadros 1, 2, 4, 5, 7 e 8 b - Apêndice B). As mais expressivas em termos médios de impactos negativos foram a derrubada florestal mecanizada e o arraste mecanizado (Figuras 18, 20 e 22). Os subsistemas Feller Buncher + Timbco skidder + Garra Traçadora e Feller Buncher + Clambunk skidder + Garra Traçadora apresentaram, dentro da mesma repetição, perfis impactantes idênticos. Isso significa que o diferencial, no caso o tipo de máquina utilizada no arraste, não proporcionou alterações em termos ambientais, ou seja, a atividade de extração realizada com o Timbco Skidder em áreas planas apresentou o mesmo saldo de impacto quando comparada com aquela realizada com o Clambunk Skidder em topografia moderada. Já o subsistema Feller Buncher + Track skidder + Garra Traçadora mostrou, em duas repetições, um maior saldo total de impacto negativo quando comparado aos subsistemas anteriores (Quadro 2).

#### **4.2.2.1. Subsistema Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora**

A atividade que apresentou maior potencial impactante foi o arraste mecanizado. Os fatores ambientais, do meio físico, mais afetados nesta atividade foram partículas sólidas (ar); compactação, erosão e propriedades químicas do solo (recurso edáfico); turbidez, assoreamento e vazão (recurso hídrico). A depreciação da qualidade do ar ocorreu devido a emissão de partículas sólidas para a atmosfera, em virtude do trânsito de máquinas e também pelo contato dos fustes com o solo durante o arraste. A compactação foi proporcionada pelo trânsito de máquinas nos talhões. A erosão foi acarretada pelos processos de compactação e pelo arraste dos fustes. As propriedades químicas do solo também foram afetadas, uma vez que o arraste desestrutura a camada superficial do terreno, facilitando assim a perda de matéria orgânica. A turbidez e o assoreamento mostraram-se de forma expressiva, sendo tais processos acarretados de forma indireta pela compactação e erosão. A vazão, no caso, foi comprometida em virtude dos processos de compactação.

No meio biótico, os impactos de maiores magnitudes estiveram relacionados com a flora terrestre (vegetação plantada e de sub-bosque) e



fauna terrestre (insetos). Esse meio foi inclusive o mais expressivo nos três subsistemas (Figuras 19, 21 e 23). As cepas sofreram vários impactos durante as operações de arraste, dentre estes, pode-se citar: escoriações, esmagamentos, danos às raízes pela sobrecarga mecânica, dentre outros. A vegetação de sub-bosque foi impactada devido ao tráfego de máquinas dentro dos talhões. O comprometimento dessa vegetação acarreta danos indiretos à entomofauna desses ecossistemas, devido principalmente à grande interatividade entre estes componentes. No meio antrópico, o aspecto paisagístico foi bastante afetado. Os fatores que contribuíram para a depreciação da qualidade paisagística nesse caso foram a limpeza da área e as marcas deixadas no solo após o arraste das toras. Assim, em um maior ou menor grau, esses impactos foram evidenciados também dentro das demais atividades mecanizadas contempladas nesse subsistema.

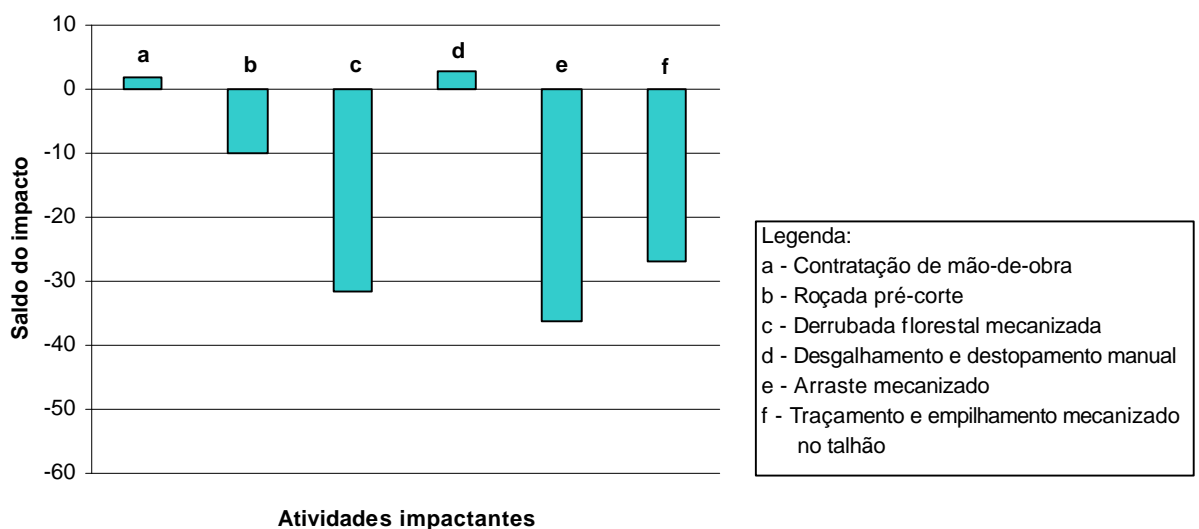


Figura 18 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora.

**Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora**

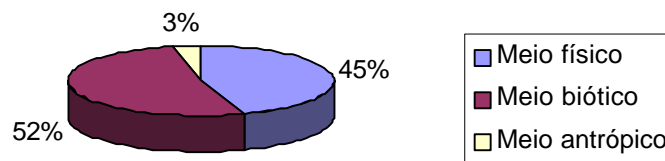


Figura 19 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora.

**4.2.2.2. Subsistema Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora**

A discussão dos resultados no que se refere ao subsistema em questão se encontra no item 4.2.2.1. A descrição conjunta nesses casos foi proporcionada em virtude da similaridade do perfil impactante nesses dois componentes.

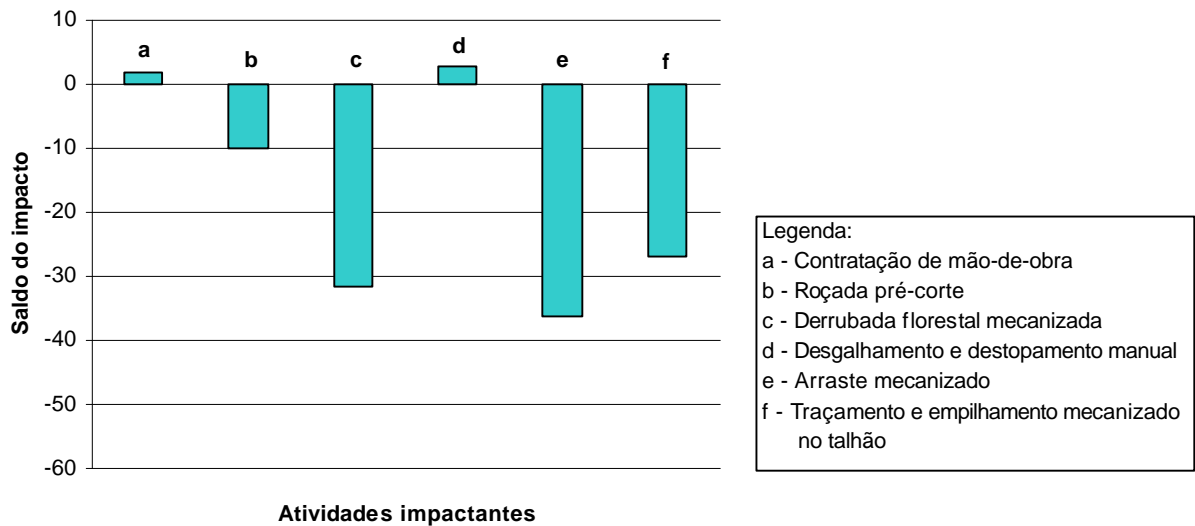


Figura 20 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora.

### Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora

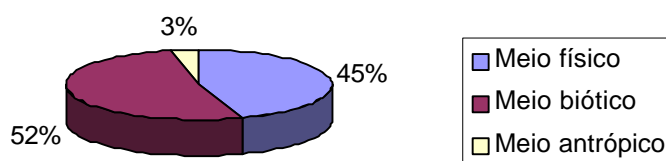


Figura 21 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora.

#### 4.2.2.3. Subsistema Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora

Neste caso, a máquina utilizada no arraste foi o Track Skidder, que geralmente opera em áreas acidentadas. Isto acarretou um saldo de impacto negativo mais expressivo para esse componente quando comparado aos subsistemas Feller Buncher + Timbco skidder + Garra Traçadora e Feller Buncher + Clambunk skidder + Garra Traçadora (Quadro 2). O diferencial de impacto neste subsistema não foi proporcionado pelo tipo de máquina, mas sim, pelas condições topográficas em que este opera. Isto condicionou, para o referido subsistema, um quadro um pouco mais agravante de impacto nas operações de derrubada e arraste mecanizados, quando comparado as mesmas repetições para os subsistemas Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora e Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora. A atividade com maior potencial impactante nesse caso também foi o arraste mecanizado, onde os fatores ambientais mais afetados apresentaram o mesmo comportamento impactante observados nos subsistemas anteriores.

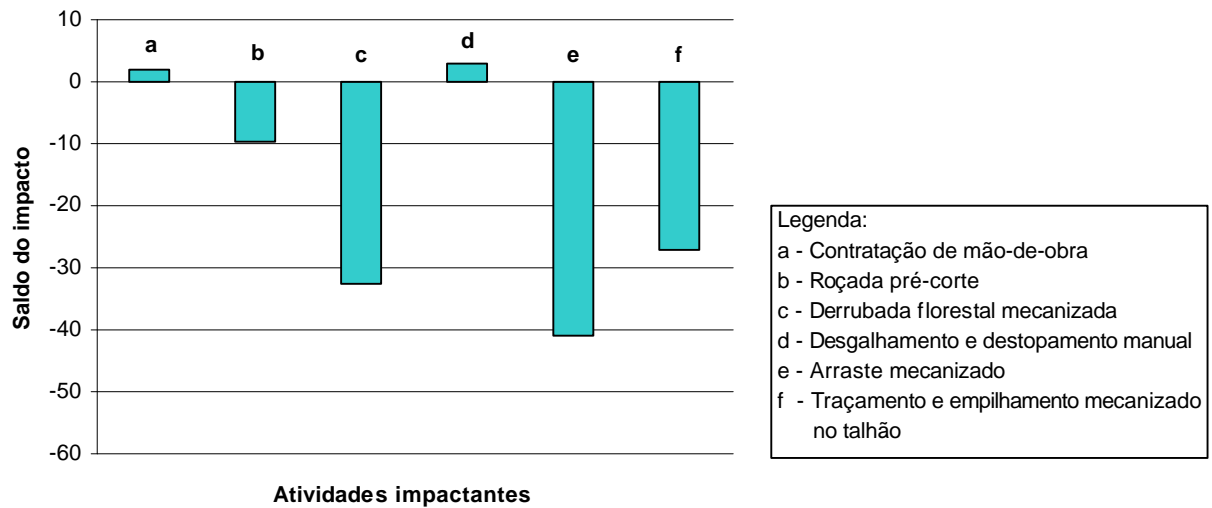


Figura 22 - Saldo médio das atividades impactantes observado no subsistema Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora.

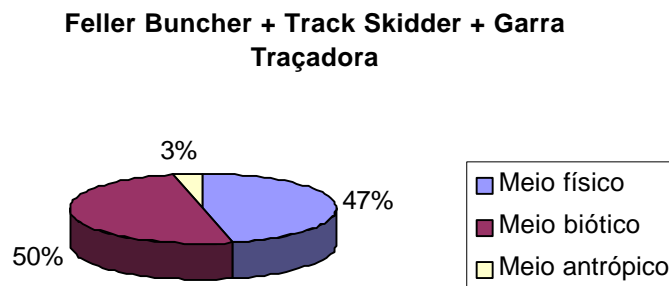


Figura 23 - Distribuição dos impactos nos três meios para o subsistema Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora.

## 5. CONCLUSÕES

Com base na referida avaliação, chegou-se às seguintes conclusões:

- As grandes alterações nos meios físico, biótico e antrópico proporcionadas pela atividade de guinchamento, fez com que o subsistema motosserra + TMO se consolidasse como a pior alternativa em termos ambientais.
- Dentre os subsistemas de toras compridas, Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora foi o que apresentou maior saldo total médio de impacto negativo, sendo esse diferencial proporcionado pelas condições topográficas.
- A variação do saldo total de impacto nos subsistemas de toras curtas, dentro da mesma repetição, foi proporcionado basicamente pelas atividades de extração e empilhamento da madeira.
- Os subsistemas de toras compridas, por diferirem apenas quanto ao tipo de máquina utilizada no arraste, mostraram, dentro da mesma repetição, bastante similaridade dos perfis impactantes.

- A sobrecarga mecânica gerada pelo Feller Buncher proporcionou maiores magnitudes de impactos na atividade de derrubada mecanizada quando comparado à mesma operação semimecanizada, no que se refere aos fatores ambientais compactação e erosão.
- O menor número de atividades impactantes nos subsistemas de toras compridas contribuiu para com que estes se apresentassem com um menor saldo total de impacto quando comparado aos subsistemas de toras curtas.
- Os sistemas de toras curtas apresentaram maior expressividade para o fator ambiental "emprego".
- Os sistemas de toras compridas proporcionaram menores riscos de acidentes quando comparado aos sistemas de toras curtas.
- Os danos gerados ao recurso edáfico repercutiram de forma indireta sobre o recurso hídrico, afetando os componentes bióticos deste último.
- O meio biótico foi o mais impactado nos 6 subsistemas, sendo esse aspecto proporcionado pelo maior número de fatores ambientais contemplados nesse componente e também pelos danos expressivos acarretados à vegetação de sub-bosque.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

Recomenda-se, com base nesta avaliação, a identificação em campo dos impactos ambientais de maiores magnitudes observados nas matrizes pertinentes a cada subsistema, no sentido de se fazer ajustes a partir da adoção de medidas mitigadoras e potencializadoras, para os impactos negativos e positivos, respectivamente. Este tipo de estudo deve ser direcionado também às demais fases do empreendimento florestal, para que se possa realizar, dessa forma, um controle mais efetivo das alterações ambientais, o que poderá garantir a sustentabilidade dos projetos florestais.

## 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.

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

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.; NOVAIS, R. F. (Ed.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1990. p.237-264.

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).

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.

FENNER, P.T. Compactação do solo. In: MACHADO, C. C. (Ed.) Colheita Florestal. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.375-396.



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.

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

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.

LIMA, J. S. S.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; VIEIRA, L. B. Efeitos do tráfego dos tratores florestais (Feller Buncher e Skidder) na resistência do solo à penetração. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: SIF, 1997. p.253-260.

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, MG: 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. **Aplicação do programa SNAP III (*Scheduling and Network Analysis Program*) no planejamento da colheita e do transporte florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 150p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa, MG. UFV, Imprensa Universitária, 1994. 138p.

MACHADO, C. C. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.15-32.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Planejamento. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.169-213.

MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. **Impacto ambiental das estradas florestais no ecossistema: causas e controle**. Viçosa, MG. SIF/UFV, 1990. p.1-12. (Boletim Técnico, 1).

MAGRINI, A. **A avaliação de impactos ambientais**. Brasília, DF, CENDEC, 1989. 32p.

MALINOVSKI, R. ; MALINOVSKI, J. R. **Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na região Sul do Brasil**. Curitiba: FUPEF, 1998. 138p.

MOREIRA, I.V.D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985. 34p.

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.

OLIVEIRA, E. B. SISPLAN - Software para tomada de decisão florestal. In: SIMPÓSIO ÍBERO - AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA FLORESTAL, 1, 2001. Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: IPEF/USP, 2001. p. 76-84.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, F. B.; NOVAIS, R. F. (Ed.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1990. p.265-301.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 001. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> > Acesso em: 28 de abril de 2003.

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

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.55-88.

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.

SEIXAS, F. Novas tecnologias no transporte rodoviário de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SIF, 2001. p.1-27.

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: UFV, 1994. 309 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, E. Impactos ambientais. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.397-422.

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.; MINETTI, L. J. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, C. C. (Ed.) Colheita florestal. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.293-310.

STOHR, G.W.D. **Importância e aplicação do estudo do trabalho.** In: II CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL. Curitiba, FUPEF, 1978. p.49-66.

## APÉNDICE

## **APÊNDICE A**

### **MATRIZES DE INTERAÇÃO PREENCHIDAS PARA OS SUBSISTEMAS DE TORAS CURTAS AVALIADOS**

Quadro 1a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + Forwarder.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprieda-des químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegetação plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+3	0	+3
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	-2	0	0	-1	-1	-2	0	0	0	0	-2	-2	+1	-1	-3	+1	-14	-13
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9
Derrubada florestal semimecanizada	0	-5	-2	-3	-2	0	0	+3	-1	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	+5	-5	-2	+8	-41	-33
Processamento* semimecanizado	0	-5	0	0	0	-1	0	+2	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	+5	-5	0	+7	-12	-5
Extração com Forwarder	-1	-3	0	-5	-3	-5	-5	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0	0	+1	-1	0	+1	-29	-28
Empilhamento mecanizado no talhão	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-3	0	0	0	0	0	0	+2	-2	0	+2	-8	-6
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+22	0	0	+30		
TOTAL (-)	-1	-14	-3	-8	-5	-9	-5	0	-2	-7	-17	-4	-4	-3	-3	-5	-5	0	-18	-8		-121	
SALDO	-1	-14	-3	-8	-5	-9	-5	+8	-2	-7	-17	-4	-4	-3	-3	-5	-5	+22	-18	-8			-91

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 2a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + Forwarder.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisa-gismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assorea-mento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton						
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
Instalação de acampamentos	-1	-1	0	0	0	-1	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	+2	-1	-1	+2	-9	-7
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	+5	-2	-5	+12	-21	-9
Derrubada florestal semimecanizada	-3	-3	-4	-4	-2	-2	-4	+4	-2	+3	-5	-4	-4	-5	-5	-4	-4	+5	-4	-4	+12	-63	-51
Processamento* semimecanizado	-4	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-2	0	-1	-5	-3	-3	-4	-4	-2	-3	+5	-5	-5	+5	-57	-52
Extração com Forwarder	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-1	-3	0	-3	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	+1	-1	0	+1	-42	-41
Empilhamento mecanizado no talhão	-1	-2	-4	-3	-1	0	-1	-3	-2	-1	0	-2	-1	-3	-3	-3	-3	+1	-1	0	+1	-34	-33
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	+23	0	0	+37		
TOTAL (-)	-11	-11	-15	-14	-9	-8	-10	-10	-4	-5	-19	-14	-12	-15	-15	-12	-13	0	-14	-15		-226	
SALDO	-11	-11	-15	-14	-9	-8	-10	-2	-4	+1	-19	-14	-12	-15	-15	-12	-13	+23	-14	-15			-189

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.



Quadro 3a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + Forwarder.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		MEIO ANTRÓPICO					
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades químicas do Solo	Vegetação original	Vegetação plantada	Vegetação de sub-bosque	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	+3	0	0	+3	0	+3
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-3	-1	0	-2	-1	+2	-1	-4	+2	-16	-14
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal semimecanizada	0	-1	-2	0	0	0	0	0	-2	0	-3	-2	-4	-1	-1	-1	-1	+4	-3	-4	+4	-25	-21
Processamento* semimecanizado	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	0	0	0	0	+2	-2	-2	+2	-16	-14
Extração com Forwarder	-1	-1	0	0	0	-3	-3	0	-1	-2	-3	0	-1	0	0	0	0	+1	-1	-1	+1	-17	-16
Empilhamento mecanizado no talhão	-1	-1	0	0	-1	-2	-1	0	0	-2	-1	-1	-2	0	0	0	0	+1	-1	0	+1	-13	-12
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+17	0	0	+17	-	
TOTAL (-)	-3	-4	-3	-2	-2	-5	-4	0	-5	-4	-13	-9	-16	-2	-1	-3	-2	0	-11	-14	-	-103	
SALDO	-3	-4	-3	-2	-2	-5	-4	0	-5	-4	-13	-9	-16	-2	-1	-3	-2	+17	-11	-14			-86

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos o sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 4a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + tombamento manual.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		MEIO ANTRÓPICO					
	Partícula Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton	Empregos	Acidentes	Paisa-gismo			
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
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	-2	0	0	-1	-1	-2	0	0	0	0	-2	-2	+1	-1	-3	+1	-14	-13
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9
Derrubada florestal semimecanizada	0	-5	-2	-3	-2	0	0	+3	-1	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	+5	-5	-2	+8	-41	-33
Processamento* semimecanizado	0	-5	0	0	0	-1	0	+2	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	+5	-5	0	+7	-12	-5
Tombamento manual	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-5	0	0	0	0	0	0	+5	-5	0	+5	-20	-15
Empilhamento manual na margem da estrada	-3	0	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0	-2	0	0	0	0	0	0	+5	-3	0	+5	-12	-7
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+31	0	0	+39		
TOTAL (-)	-3	-10	-5	-4	-3	-5	-1	-2	-4	-6	-18	-4	-4	-3	-3	-5	-5	0	-23	-8		-116	
SALDO	-3	-10	-5	-4	-3	-5	-1	+6	-4	-6	-18	-4	-4	-3	-3	-5	-5	+31	-23	-8			-77

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 5a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para os subsistema de toras curtas - motosserra + tombamento manual.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades químicas 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	+5	0	0	+5	0	+5
Instalação de acampamentos	-1	-1	0	0	0	-1	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	+2	-1	-1	+2	-9	-7
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	+5	-2	-5	+12	-21	-9
Derrubada florestal semimecanizada	-3	-3	-4	-4	-2	-2	-4	+4	-2	+3	-5	-4	-4	-5	-5	-4	-4	+5	-4	-4	+12	-63	-51
Processamento* semimecanizado	-4	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-2	0	-1	-5	-3	-3	-4	-4	-2	-3	+5	-5	-5	+5	-57	-52
Tombamento manual	-3	0	0	-3	-3	-1	-3	-3	-1	-1	-5	-3	-3	-1	-1	-1	-1	+5	-5	-5	+5	-43	-38
Empilhamento manual na margem da estrada	-2	0	0	-3	-3	-1	-3	-3	-1	-1	-4	-3	-3	-1	-1	-1	-1	+5	-4	-1	+5	-36	-31
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	+32	0	0	+46		
TOTAL (-)	-13	-7	-8	-14	-11	-7	-14	-10	-4	-3	-26	-16	-15	-11	-11	-8	-9	0	-21	-21		-229	
SALDO	-13	-7	-8	-14	-11	-7	-14	-2	-4	+3	-26	-16	-15	-11	-11	-8	-9	+32	-21	-21			-183

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 6a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + tombamento manual.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA			FAUNA AQUÁTICA		MEIO ANTRÓPICO				
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton	Empregos	Acidentes	Paisa-gismo			
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
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-3	-1	0	-2	-1	+2	-1	-4	+2	-16	-14
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal semimecanizada	0	-1	-2	0	0	0	0	0	-2	0	-3	-2	-4	-1	-1	-1	-1	+4	-3	-4	+4	-25	-21
Processamento* semimecanizado	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	0	0	0	0	+2	-2	-2	+2	-16	-14
Tombamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	+5	-3	-1	+5	-10	-5
Empilhamento manual na margem da estrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	-3	-1	+5	-4	+1
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+27	0	0	+27	-	
TOTAL (-)	-1	-2	-3	-2	-1	0	0	0	-5	-2	-10	-9	-14	-2	-1	-3	-2	0	-15	-15	-	-87	
SALDO	-1	-2	-3	-2	-1	0	0	0	-5	-2	-10	-9	-14	-2	-1	-3	-2	+27	-15	-15			-60

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 7a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + TMO.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO								
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes	Paisagismo					
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades químicas 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	0	0	0	+4	0	+4		
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	-2	0	0	-1	-1	-2	0	0	0	0	-2	-2	+1	-1	-3	+1	-14	-13		
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9		
Derrubada florestal semimecanizada	0	-5	-2	-3	-2	0	0	+3	-1	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	+5	-5	-2	+8	-41	-33		
Processamento* semimecanizado	0	-5	0	0	0	-1	0	+2	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	+5	-5	0	+7	-12	-5		
Empilhamento manual no talhão	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-3	0	0	0	0	0	0	+2	-2	0	+2	-8	-6		
Guinchamento dos toretes	-5	-5	-5	-5	-5	-3	-5	-3	-1	-5	-3	0	0	-1	-1	-2	-2	+1	-1	-5	+1	-57	-56		
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+23	0	0	+31				
TOTAL (-)	-5	-15	-8	-8	-7	-7	-5	-3	-4	-9	-17	-4	-4	-4	-4	-7	-7	0	-18	-13		-149			
SALDO	-5	-15	-8	-8	-7	-7	-5	+5	-4	-9	-17	-4	-4	-4	-4	-7	-7	+23	-18	-13			-118		

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 8a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + TMO.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																					TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO		
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO									
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes	Paisagismo						
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades químicas 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	0	0	0	+4	0	0	+4	0	+4
Instalação de acampamentos	-1	-1	0	0	0	-1	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	-1	-1	+2	-9	-7
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	+5	-2	-5	+12	-21	-9
Derrubada florestal semimecanizada	-3	-3	-4	-4	-2	-2	-4	+4	-2	+3	-5	-4	-4	-5	-5	-4	-4	0	0	0	+5	-4	-4	+12	-63	-51
Processamento* semimecanizado	-4	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-2	0	-1	-5	-3	-3	-4	-4	-2	-3	0	0	0	+5	-5	-5	+5	-57	-52
Empilhamento manual no talhão	-2	0	0	-2	-2	-1	-1	-2	0	-1	-5	-4	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0	+5	-4	-5	+5	-39	-34
Guinchamento dos toretes	-4	-2	-4	-5	-4	-5	-5	-4	0	-4	-5	-2	-2	-4	-4	-3	-3	0	0	0	+3	-2	-4	+3	-66	-63
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+8	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+29	0	0	+43	-	
TOTAL (-)	-14	-9	-12	-15	-11	-11	-14	-10	-2	-6	-27	-16	-13	-15	-15	-11	-12	0	0	0	0	-18	-24	-	-255	
SALDO	-14	-9	-12	-15	-11	-11	-14	-2	-2	0	-27	-16	-13	-15	-15	-11	-12	+29	-18	-24						-212

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

Quadro 9a: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras curtas - motosserra + TMO.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		MEIO ANTRÓPICO					
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton	Empregos	Acidentes	Paisa-gismo			
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
Instalação de acampamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-3	-1	0	-2	-1	+2	-1	-4	+2	-16	-14
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal semimecanizada	0	-1	-2	0	0	0	0	0	-2	0	-3	-2	-4	-1	-1	-1	-1	+4	-3	-4	+4	-25	-21
Processamento* semimecanizado	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	0	0	0	0	+2	-2	-2	+2	-16	-14
Empilhamento manual no talhão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	+3	-1	-1	+3	-5	-2
Guinchamento dos toretes	-2	-1	0	-2	0	-2	-3	-1	-1	-3	-3	-1	-4	-1	-1	-1	-1	+2	-1	-3	+2	-31	-29
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+21	0	0	+21		
TOTAL (-)	-3	-3	-3	-4	-1	-2	-3	-1	-5	-4	-13	-10	-17	-3	-2	-4	-3	0	-11	-17		-109	
SALDO	-3	-3	-3	-4	-1	-2	-3	-1	-5	-4	-13	-10	-17	-3	-2	-4	-3	+21	-11	-17			-88

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

\* refere-se aos processos de desgalhamento, destopamento e traçamento da madeira.

## **APÊNDICE B**

### **MATRIZES DE INTERAÇÃO PREENCHIDAS PARA OS SUBSISTEMAS DE TORAS COMPRIDAS AVALIADOS**



Quadro 1b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA							
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compactação	Erosão	Propriedades químicas do solo	Vegetação original	Vegetação plantada	Vegetação de sub-bosque	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	+2	0	0	+2	0	+2
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9
Derrubada florestal mecanizada	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	+1	0	-5	+1	-17	-16
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	-1	0	0	-1	0	+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+4	-2	0	+7	-4	+3
Arraste mecanizado	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	-1	-1	+1	0	-2	+1	-17	-16
traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-2	-1	0	0	-1	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	-9	-8
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+14	0	0	+20	-	
TOTAL (-)	-3	-6	-5	-2	-2	-5	-2	-1	-1	-6	-9	-2	-2	0	0	-1	-1	0	-6	-10	-	-64	
SALDO	-3	-6	-5	-2	-2	-5	-2	+5	-1	-6	-9	-2	-2	0	0	-1	-1	+14	-6	-10			-44

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 2b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																					TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO							
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes	Paisagismo				
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton							
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+3	0	0	+3	0	+3	
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	+5	-2	-5	+12	-21	-9	
Derrubada florestal mecanizada	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-4	-4	-1	+2	-5	-3	-4	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-5	+5	-61	-56	
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	0	0	0	0	0	0	0	+5	-2	0	+7	-2	+5	
Arraste mecanizado	-4	-3	-4	-5	-4	-4	-5	-5	-1	-4	-5	-3	-4	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-4	+3	-67	-64	
Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-4	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-1	-1	-5	-3	-3	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-2	+3	-53	-50	
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+4	0	+7	0	0	0	0	0	0	0	+22	0	0	+33	-		
TOTAL (-)	-11	-9	-13	-13	-11	-13	-13	-12	-3	-5	-20	-12	-13	-9	-9	-6	-9	0	-7	-16	-	-204		
SALDO	-11	-9	-13	-13	-11	-13	-13	-8	-3	+2	-20	-12	-13	-9	-9	-6	-9	+22	-7	-16			-171	

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 3b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Clambunk Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO					FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes	Paisagismo				
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes				Zooplân-cton			
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	0	+1
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal mecanizada	0	-1	-1	0	0	-3	-1	0	-1	0	-3	-3	-4	-1	-1	-1	0	+1	-1	-3	+1	-24	-23
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	+5	-3	0	+5	-5	0
Arraste mecanizado	-1	-1	-1	0	0	-2	-1	-1	-1	-3	-4	-2	-4	-1	-1	-1	-1	+1	-2	-3	+1	-30	-29
Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-1	-1	-1	0	-3	-2	-1	0	-3	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-24	-23
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+13	0	0	+13	-	
TOTAL (-)	-2	-3	-4	-1	0	-8	-4	-2	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-2	0	-10	-10	-	-99	
SALDO	-2	-3	-4	-1	0	-8	-4	-2	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-2	+13	-10	-10			-86

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 4b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora.

TIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FAUNA AQUÁTICA			MEIO ANTRÓPICO						
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton	Empregos	Acidentes	Paisa-gismo			
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	0	0	+2	0	+2
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9
Derrubada florestal mecanizada	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	+1	0	-5	+1	-17	-16
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	-1	0	0	-1	0	+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+4	-2	0	+7	-4	+3
Arraste mecanizado	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	-1	-1	+1	0	-2	+1	-17	-16
Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-2	-1	0	0	-1	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	-9	-8
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+14	0	0	+20	-	
TOTAL (-)	-3	-6	-5	-2	-2	-5	-2	-1	-1	-6	-9	-2	-2	0	0	-1	-1	0	-6	-10	-	-64	
SALDO	-3	-6	-5	-2	-2	-5	-2	+5	-1	-6	-9	-2	-2	0	0	-1	-1	+14	-6	-10			-44

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 5b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																							
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (-)	TOTAL (+)	SALDO		
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo	
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton							
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+3	0	0	+3	0	+3
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	+5	-2	-5	+12	-21	-9	
Derrubada florestal mecanizada	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-4	-4	-1	+2	-5	-3	-4	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-5	+5	-61	-56	
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	0	0	0	0	0	0	0	+5	-2	0	+7	-2	+5	
Arraste mecanizado	-4	-3	-4	-5	-4	-4	-5	-5	-1	-4	-5	-3	-4	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-4	+3	-67	-64	
Taçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-4	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-1	-1	-5	-3	-3	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-2	+3	-53	-50	
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+4	0	+7	0	0	0	0	0	0	0	+22	0	0	+33	-		
TOTAL (-)	-11	-9	-13	-13	-11	-13	-13	-12	-3	-5	-20	-12	-13	-9	-9	-6	-9	0	-7	-16	-	-204		
SALDO	-11	-9	-13	-13	-11	-13	-13	-8	-3	+2	-20	-12	-13	-9	-9	-6	-9	+22	-7	-16			-171	

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 6b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Timbco Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	0	+1
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal mecanizada	0	-1	-1	0	0	-3	-1	0	-1	0	-3	-3	-4	-1	-1	-1	0	+1	-1	-3	+1	-24	-23
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	+5	-3	0	+5	-5	0
Arraste mecanizado	-1	-1	-1	0	0	-2	-1	-1	-1	-3	-4	-2	-4	-1	-1	-1	-1	+1	-2	-3	+1	-30	-29
Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-1	-1	-1	0	-3	-2	-1	0	-3	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-24	-23
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+13	0	0	+13	-	
TOTAL (-)	-2	-3	-4	-1	0	-8	-4	-2	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-2	0	-10	-10	-	-99	
SALDO	-2	-3	-4	-1	0	-8	-4	-2	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-2	+13	-10	-10			-86

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

-Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 7b : Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	0	0	+2	0	+2
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	+3	0	0	-5	-2	-2	0	0	0	0	+5	-4	-3	+8	-17	-9
Derrubada florestal mecanizada	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-3	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	+1	-1	-5	+1	-20	-19
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	-1	0	0	-1	0	+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+4	-2	0	+7	-4	+3
Arraste mecanizado	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	-3	-2	0	0	0	0	-1	-1	+1	-1	-2	+1	-26	-25
T raçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-2	-1	0	0	-1	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	-9	-8
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+14	0	0	+20	-	
TOTAL (-)	-4	-6	-6	-3	-3	-5	-5	-2	-1	-7	-10	-2	-2	0	0	-1	-1	0	-8	-10	-	-76	
SALDO	-4	-6	-6	-3	-3	-5	-5	+4	-1	-7	-10	-2	-2	0	0	-1	-1	+14	-8	-10			-56

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.

Quadro 8b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																							
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO		
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo	
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegeta-ção de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton							
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+3	0	0	+3	0	+3
Roçada pré-corte	0	0	-2	-1	0	0	-1	+4	0	+3	-5	-3	-2	0	0	0	0	+5	-2	-4	+12	-20	-8	
Derrubada florestal mecanizada	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-4	-4	-1	+2	-5	-3	-4	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-5	+5	-61	-56	
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	0	0	0	0	0	0	0	+5	-1	0	+7	-1	+6	
Arraste mecanizado	-4	-3	-4	-5	-4	-5	-5	-4	-1	-4	-5	-3	-4	-3	-3	-3	-3	+3	-2	-4	+3	-69	-66	
T raçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-4	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-1	-1	-5	-3	-3	-3	-3	-2	-3	+3	-1	-2	+3	-53	-50	
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	+4	0	+7	0	0	0	0	0	0	0	+22	0	0	+33	-		
TOTAL (-)	-11	-9	-13	-13	-11	-14	-13	-11	-3	-5	-20	-12	-13	-9	-9	-7	-9	0	-7	-15	-	-204		
SALDO	-11	-9	-13	-13	-11	-14	-13	-7	-3	+2	-20	-12	-13	-9	-9	-7	-9	+22	-7	-15			-171	

Instruções de preenchimento:

- Sinal (+) para os impactos positivos e sinal (-) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.



Quadro 9b: Matriz de interação para identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal para o subsistema de toras compridas - Feller Buncher + Track Skidder + Garra Traçadora.

ATIVIDADES IMPACTANTES	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																						
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO								MEIO ANTRÓPICO			TOTAL (+)	TOTAL (-)	SALDO	
	AR		RECURSO HÍDRICO			RECURSO EDÁFICO			FLORA TERRESTRE			FAUNA TERRESTRE		FLORA AQUÁTICA		FAUNA AQUÁTICA		Empregos	Acidentes				Paisagismo
	Partículas Sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Compac-tação	Erosão	Proprie-dades químicas do solo	Vegeta-ção original	Vegeta-ção plantada	Vegetação de sub-bosque	Verte-brados	Insetos	Macrófitas	Fitoplân-cton	Peixes	Zooplân-cton						
Contratação de mão-de-obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	0	+1
Roçada pré-corte	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	-3	0	0	0	0	+4	-3	-3	+4	-16	-12
Derrubada florestal mecanizada	0	-1	-1	0	0	-3	-1	0	-1	0	-3	-3	-4	-1	-1	-1	0	+1	-1	-3	+1	-24	-23
Desgalhamento e destopamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	+5	-3	0	+5	-5	0
Arraste mecanizado	-2	-2	-1	0	0	-2	-2	-2	-1	-3	-4	-2	-4	-1	-1	-1	0	+1	-2	-3	+1	-33	-32
Traçamento e empilhamento mecanizado no talhão	-1	-1	-1	-1	0	-3	-2	-1	0	-3	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-24	-23
TOTAL (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+13	0	0	+13	-	
TOTAL (-)	-3	-4	-4	-1	0	-8	-5	-3	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-1	0	-10	-10	-	-102	
SALDO	-3	-4	-4	-1	0	-8	-5	-3	-3	-6	-12	-9	-14	-3	-3	-3	-1	+13	-10	-10			-89

Instruções de preenchimento:

- Sinal ( + ) para os impactos positivos e sinal ( - ) para os impactos negativos;

- Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - impacto desprezível; 2 - impacto de baixo grau; 3 - impacto de médio grau; 4 - impacto de alto grau; 5 - impacto de altíssimo grau.