

LUÍS CARLOS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
NA COLHEITA FLORESTAL**

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

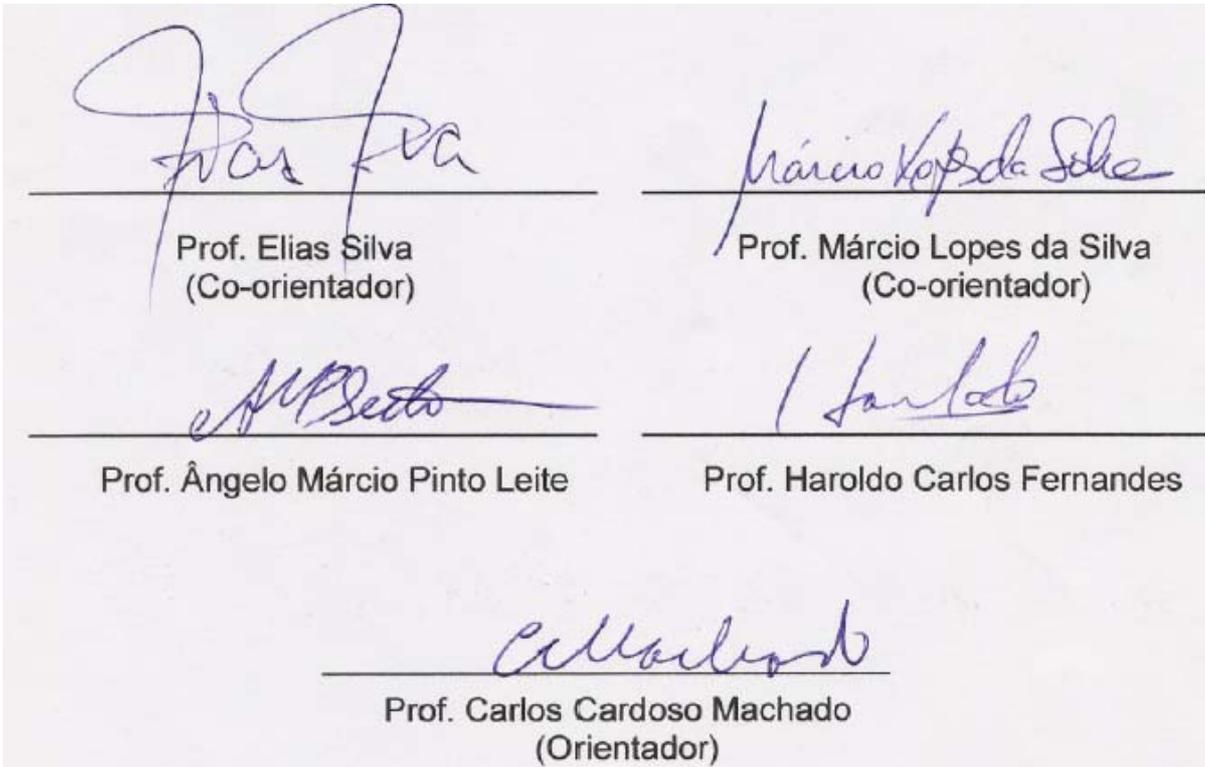
VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

LUÍS CARLOS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
NA COLHEITA FLORESTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

Aprovada: 18 de dezembro de 2008



Prof. Elias Silva
(Co-orientador)

Prof. Márcio Lopes da Silva
(Co-orientador)

Prof. Ângelo Márcio Pinto Leite

Prof. Haroldo Carlos Fernandes

Prof. Carlos Cardoso Machado
(Orientador)

A Deus,

Aos meus pais, a quem devo tudo que sou.

Aos meus irmãos, irmãs, esposa e filho, pelo carinho que me proporcionam.

AGRADECIMENTOS

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 co-orientadores Elias Silva e Márcio Lopes da Silva, pelas valiosas contribuições e pelo apoio.

Aos professores Ângelo Márcio Pinto Leite e Haroldo Carlos Fernandes, pela colaboração.

À equipe técnica envolvida na realização desse trabalho.

Aos amigos de pós-graduação e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, 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 2004, concluiu o curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Em fevereiro de 2005, iniciou o curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, em nível de Doutorado, concluindo em dezembro de 2008.

Atualmente, desempenha a função de professor na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Colheita florestal.....	3
2.2. A mecanização na atividade de colheita florestal.....	4
2.2.1. Aspectos que influenciam na mecanização da colheita florestal.....	5
2.2.1.1 Aspectos técnicos.....	5
2.2.1.2. Aspectos operacionais.....	7
2.2.1.3. Aspectos econômicos.....	8
2.2.1.4. Aspectos sociais.....	9
2.2.1.5. Aspectos ambientais.....	10
2.2.1.5.1. Solo.....	10
2.2.1.5.2. Água.....	11
2.2.1.5.3. Ar.....	12
2.2.1.5.4. Flora.....	13
2.2.1.5.5. Fauna.....	14
2.2.1.5.6. Emprego.....	15
2.2.1.5.7. Saúde.....	16
2.2.1.5.8. Paisagismo.....	17
2.2.1.5.9. Gestão.....	18
2.3. Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Caracterização das áreas de estudo.....	21
3.2. Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal.....	22
3.2.1. Definição dos subsistemas de colheita a serem avaliados.....	22
3.2.1.1. Descrição dos subsistemas de colheita avaliados.....	23
3.2.2. Definição dos indicadores e componentes.....	28
3.2.3. Elaboração das matrizes.....	30
3.2.4. Coleta de dados.....	30
3.2.5. Determinação do índice geral de impacto.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34

4.1. Avaliação dos subsistemas de colheita florestal.....	34
4.1.1. Motosserra + Forwarder (antes da inovação) VS Feller Buncher + Clambunk Skidder (após inovação).....	34
4.1.1.1. Atmosfera.....	34
4.1.1.2. Solo.....	35
4.1.1.3. Água.....	36
4.1.1.4. Flora.....	37
4.1.1.5. Fauna.....	38
4.1.1.6. Emprego.....	38
4.1.1.7. Saúde.....	39
4.1.1.8. Paisagismo.....	40
4.1.1.9. Gestão.....	41
4.1.1.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Forwarder (antes da inovação) VS Feller Buncher + Clambunk Skidder (após inovação).....	42
4.1.2. Motosserra + Tombo Manual (antes da inovação) VS Motosserra + Cabo aéreo (após inovação).....	43
4.1.2.1. Atmosfera.....	43
4.1.2.2. Solo.....	44
4.1.2.3. Água.....	45
4.1.2.4. Flora.....	45
4.1.2.5. Fauna.....	46
4.1.2.6. Emprego.....	47
4.1.2.7. Saúde.....	48
4.1.2.8. Paisagismo.....	48
4.1.2.9. Gestão.....	49
4.1.2.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Tombo Manual (antes da inovação) VS Motosserra + Cabo Aéreo (após inovação).....	49
4.1.3. Motosserra + Forwarder (antes da inovação) VS Harvester + Forwarder (após inovação).....	50
4.1.3.1. Atmosfera.....	51
4.1.3.2. Solo.....	52
4.1.3.3. Água.....	53
4.1.3.4. Flora.....	53
4.1.3.5. Fauna.....	54
4.1.3.6. Emprego.....	54
4.1.3.7. Saúde.....	55
4.1.3.8. Paisagismo.....	56
4.1.3.9. Gestão.....	57
4.1.3.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Forwarder (antes da inovação) VS Harvester + Forwarder (após inovação).....	57
4.1.4. Motosserra + Guincho arrastador (antes da inovação) VS Motosserra + Track Skidder (após inovação).....	59
4.1.4.1. Atmosfera.....	59
4.1.4.2. Solo.....	59
4.1.4.3. Água.....	60
4.1.4.4. Flora.....	61
4.1.4.5. Fauna.....	61

4.1.4.6. Emprego.....	62
4.1.4.7. Saúde.....	62
4.1.4.8. Paisagismo.....	63
4.1.4.9. Gestão.....	64
4.1.4.10. Avaliação geral dos impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Guincho Arrastador (antes da inovação) VS Motosserra + Track Skidder (após inovação).....	64
5. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
APÊNDICE A: MATRIZES DE PONDERAÇÃO.....	77
APÊNDICE B: COEFICIENTES DE IMPACTO AMBIENTAL.....	114

RESUMO

FREITAS, Luís Carlos de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2008. **Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal.** Orientador: Carlos Cardoso Machado. Co-orientadores: Elias Silva e Márcio Lopes da Silva.

Ao analisar o desenvolvimento da colheita florestal no país, observa-se que o progresso foi muito grande. Da década de 60 até os dias atuais muitas mudanças ocorreram no setor, com as operações evoluindo de um processo manual para o semimecanizado, adquirindo nas últimas décadas um aspecto expressivo em termos de mecanização. Assim, torna-se de grande importância um estudo que venha diagnosticar o perfil impactante inserido no processo de inovação tecnológica da colheita florestal. O objetivo desse trabalho foi avaliar os impactos ambientais decorrentes do progresso tecnológico nesta atividade. Trabalhou-se com uma metodologia consolidada para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agropecuária (AMBITEC-AGRO), desenvolvido pela Embrapa Meio-Ambiente, que avalia o desempenho ambiental de uma dada tecnologia ou metodologia em relação àquela previamente estabelecida. O sistema AMBITEC foi direcionado para uma avaliação de impactos ambientais oriundos dos avanços tecnológicos na colheita florestal. Avaliou-se portanto os impactos ambientais nos seguintes subsistemas de colheita: Motosserra + Guincho arrastador (antes da inovação) em relação Motosserra + *Track Skidder* (após inovação); Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) em relação *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder* (após inovação); Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) em relação *Harvester* + *Forwarder* (após inovação) e Motosserra + Tombo Manual (antes

da inovação) em relação Motosserra + Cabo Aéreo (após inovação). Foram elaboradas nove matrizes de ponderação, sendo três relacionadas ao aspecto físico (indicadores: atmosfera, solo e água); duas ao aspecto biótico (indicadores: flora e fauna) e quatro ao aspecto antrópico (indicadores: paisagismo, gestão, saúde e emprego). Estas foram preenchidas por técnicos da área florestal (3), sendo 1 (um) com formação técnica em meio ambiente; 1 (um) com especialização, a nível de pós-graduação, em gestão ambiental e 1 (um) com formação em engenharia florestal, com pós-graduação em ciência florestal. Cada representante preencheu nove matrizes, para cada um dos processos de inovação avaliados (Quadro 1). As matrizes foram ponderadas em relação à escala de ocorrência e fator de importância. O coeficiente de impacto ambiental resultou do produto dos fatores de ponderação pelo coeficiente de alteração (Quadro 2). Este ficou restrito a uma escala de -15 a +15, captando assim as alterações positivas e negativas proporcionadas pela diversificação tecnológica nos subsistemas avaliados. Os indicadores foram também ponderados em relação ao fator de importância para determinação do índice geral de impacto. O saldo médio de impacto ambiental, quando da mudança do subsistema Motosserra + *Forwarder* para *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder*, mostrou-se negativo para 66,67% dos indicadores analisados. No caso do subsistema Motosserra + Tombo manual em relação Motosserra + Cabo Aéreo, o saldo médio de impacto ambiental, resultante do processo de inovação, mostrou-se positivo para 55,55% dos indicadores. A substituição do Guincho Arrastador pelo *Track Skidder* no processo de arraste proporcionou, em termos médios, melhorias ambientais em relação a 77,78% dos indicadores. A mudança do baldeio para o arraste (substituição do *Forwarder* pelo *Clambunk Skidder*), proporcionou danos expressivos em relação a alguns componentes do indicador flora (vegetação de sub-bosque e vegetação plantada). O índice geral de impacto, embora não muito expressivo, mostrou-se positivo para os quatro processos de inovação em estudo, indicando portanto, que a adoção do progresso tecnológico proporcionou melhorias no contexto ambiental.

ABSTRACT

FREITAS, Luís Carlos de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2008. **Evaluation of environment impact of the technological innovation on forest harvesting.** Adviser: Carlos Cardoso Machado. Co-adviseres: Elias Silva and Márcio Lopes da Silva.

In considering the development of forest harvesting in the country, it is observed that the progress was very big. Since the 60's until the present day there were many changes occurred in this sector, with the operations evolved from a manual process for the semimechanized, became in recent decades a significant aspect in terms of mechanization. Thus, becomes of great importance research that comes to diagnosis the impact profile inserted in the process of technological innovation on forest harvesting. The objective of this work was to evaluate the environment impact of the technological progress on forest harvesting. It was used a knowing to evaluate the environment impact of technological innovation in farm and agriculture (AGRO-AMBITEC), developed by EMBRAPA. This methodology evaluate the environment development of a specific technology in relation to that previously established one. The AMBITEC system was directed to an assessment of environmental impacts from the technological advances in forest harvesting. It was evaluated the environmental impacts in the following subsystems: chainsaw + cable skidding (before the innovation) in relation chainsaw + Track Skidder (after innovation); chainsaw + Forwarder (before the innovation) in relation Feller Buncher + Clambunk Skidder (after innovation); chainsaw + Forwarder (before the innovation) in relation Harvester + Forwarder (after innovation) and chainsaw + manual rolling (before the innovation) in

relation chainsaw + yarding (after innovation). It were elaborate nine weighting matrices, being three related to the physical aspect (indicators: air, soil and water), two related to biotic aspect (indicators: flora and fauna) and four to the antropic aspect (indicators: landscaping, management, health and employment). This matrices were met by a training technical in forest harvesting, being one with technical formation in environment, one wich postgraduate studies in environmental management and one (1) with training in Forest Engineering, with graduate studies in forest science. Each representative completed nine matrices for each of the processes of innovation assessed (Table 1). The matrices was considered in relation to the scale of occurrence and factor of importance. The coefficient of environmental impact resulted from the product of the weighting factors for the coefficient of alteration (Table 2). The weighting factors was restricted to a scale of -15 to +15, capturing the positive and negative changes offered by technological diversification in sub evaluated. The indicators were also considered for determining the rate of overall impact. The average balance of the environmental impact of the change when the subsystem chainsaw cut + Forwarder to Feller Buncher + Clambunk Skidder, was negative for 66.67% of the indicators analyzed. For the subsystem chainsaw cut + manual rolling in relation chainsaw cut + yarding, the average balance of the environmental impact resulting from the process of innovation, was positive for 55.55% of the indicators. The replacement of cable skidding to Track Skidder in the drag provided, on average, environmental improvements in relation to 77.78% of the indicators. The change of forwarding to drag (replacing the Forwarder by Clambunk Skidder) provided significant damage on some components of the indicator flora (shrubs and planted vegetation). The index of overall impact, although not very expressive, was positive for the four processes of innovation in the study, thus indicating that the adoption of technological progress has proportionate improvements in the ambient context.

1. INTRODUÇÃO

Analisando o desenvolvimento da colheita florestal no país, observa-se que o progresso foi muito grande. Da década de 60 até os dias atuais muitas mudanças ocorreram no setor, com as operações evoluindo de um processo manual para um semimecanizado, adquirindo, ultimamente, um nível mais significativo em termos de mecanização. Na década de 60 a operação de derrubada era realizada basicamente com uso do machado. A extração era realizada por animais, tratores, guinchos ou teleféricos móveis. Este cenário modificou-se a partir da década de 70, quando o processo de modernização das operações de colheita florestal começou a se despontar. Neste período surgiram as motosserras profissionais e outras máquinas como os skidders e os autocarregáveis. A partir daí, o processo de mecanização avançou de forma cada vez mais crescente, tendo consolidado nos anos 90 com a abertura das importações.

A mecanização na colheita florestal trouxe no entanto um novo cenário com relação aos aspectos ambientais. As grandes empresas passaram a utilizar maquinários pesados nas operações, agravando dessa forma os processos de compactação e erosão do solo. Os danos a vegetação de sub-bosque e às cepas também foram agravados em algumas situações, sobretudo, pelo processo de arraste com os modernos Skidders. No campo social, os impactos mais evidentes foram: a redução da mão-de-obra e dos índices de acidentes, a melhoria da qualificação profissional e o aumento da remuneração.

Percebe-se, contudo, um grande progresso tecnológico na atividade de colheita florestal, o que justifica a aplicação de um método de avaliação de

impacto ambiental que contemple o processo de inovação tecnológica na referida atividade. Com a adoção da referida metodologia é possível captar as alterações ambientais positivas e negativas proporcionadas pela utilização de técnicas inovadoras nas atividades de colheita, seja nas etapas de corte e/ou extração. Assim, este trabalho teve como objetivo principal analisar o perfil impactante do processo de inovação tecnológica na colheita florestal, utilizando um método de avaliação de impacto ambiental adaptado do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agropecuária. Os objetivos específicos foram determinar, por meio de matriz de ponderação, os coeficientes de impacto ambiental para os indicadores dos aspectos físico, biótico e antrópico, quando da mudança dos seguintes subsistemas: Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) para *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder* (após inovação); Motosserra + Guincho Arrastador (antes da inovação) para Motosserra + *Track Skidder* (após inovação); Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) para *Harvester* + *Forwarder* (após inovação) e Motosserra + Tombo manual (antes da inovação) para Motosserra + Cabo Aéreo (após inovação). Os outros objetivos específicos dessa pesquisa foram: determinar o índice geral de impacto ambiental para cada um dos processos de inovação tecnológica avaliados e, finalmente, discutir sobre os principais fatores responsáveis pelas alterações ambientais (positivas e negativas), quando da adoção dos processos de inovação tecnológica em estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Colheita florestal

A colheita florestal é um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e transportar a madeira até o seu local de consumo, utilizando-se técnicas e padrões preestabelecidos, tendo como finalidade transformá-la em um produto final (TANAKA, 1986). Pode ser entendida como todas as atividades parciais desde a derrubada até a madeira posta no pátio da indústria consumidora (MALINOVSKI & MALINOVSKI, 1998). A colheita destaca-se como a fase mais importante do ponto de vista técnico-econômico e inclui as etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento); de descascamento, quando executado no campo; e de extração e carregamento (MACHADO et al., 2008). Estas etapas, num aspecto global, contextualizam os sistemas de colheita. A palavra sistema significa planificação, método e ordenamento das atividades a serem desenvolvidas (MALINOVSKI, 1984). O sistema de colheita florestal pode ser definido como 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 um fluxo constante de madeira, evitando-se pontos de estrangulamento e levando os equipamentos à sua máxima utilização (SALMERON, 1981). A avaliação dos sistemas de colheita de madeira, independente do nível de mecanização utilizado, é uma ferramenta fundamental para correções ou qualquer alteração do processo de produção, visando a racionalização e otimização dos recursos utilizados. Trata-se ainda de instrumento indispensável na comparação de diferentes métodos ou equipamentos (ALVES & FERREIRA, 1998). 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:

- **Sistema de toras curtas (*Cut-to-length*):** a árvore é processada no local da derrubada e, em seguida, extraída para as margens da estrada ou para um pátio temporário em forma de toras, com menos de seis metros de comprimento.
- **Sistema de toras compridas (*Tree-length*):** a árvore é semiprocessada no local de derrubada, ou seja, desganhada e destopada, sendo extraída para a margem da estrada ou para o pátio intermediário em forma de fuste, com comprimento superior a seis metros.
- **Sistema de árvores inteiras (*Full-tree*):** a árvore é derrubada e extraída para a margem da estrada ou para o pátio intermediário, onde é realizado o processamento.
- **Sistema de árvores completas (*Whole-tree*):** a árvore é arrancada com parte de seu sistema radicular e, em seguida, extraída para a beira da estrada ou pátio intermediário, onde será processada e enviada para o beneficiamento.
- **Sistema de cavaqueamento (*Chipping*):** 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.

2.2. A mecanização na atividade de colheita florestal

No início das atividades de reflorestamento no Brasil, poucas empresas utilizavam a mecanização nas operações de colheita. Até a década de 40, praticamente não havia emprego de máquinas na colheita florestal. A modernização desta atividade teve início na década de 70, sendo impulsionada com a abertura das importações em 1994 (MACHADO et al., 2008). A mecanização das atividades de colheita passou a ser mais estudada, pela sua capacidade de aumentar a produtividade, reduzir o custo e melhorar as condições de trabalho (MOREIRA, 1998). Atualmente, as grandes empresas

florestais contam com um arsenal tecnológico a seu favor, porém, na maioria vezes, estas não conseguem implantar um sistema totalmente mecanizado. Segundo MACHADO et al. (2008), o grau de mecanização da colheita florestal no Brasil só não é maior devido à dificuldade de se colher florestas em terrenos montanhosos, com mais de um fuste por cepa e baixo volume por árvore. Os desafios impostos pela mecanização da colheita florestal são muitos, porém a carência de profissionais qualificados na área de operação de equipamentos de colheita florestal no Brasil apresenta-se como um dos maiores dentre todos os demais (PARISE, 2005).

Embora haja inúmeros entraves para o avanço do processo de mecanização nas grandes empresas, SANTOS (1991) ressaltou que a mecanização florestal intensiva é irreversível e que a velocidade de concretização dessa tendência será determinada por diversos fatores, como política econômica e industrial, custo e disponibilidade de mão-de-obra e custos dos equipamentos florestais. No entanto, MALINOVSKI (1992) argumenta que a mecanização das atividades florestais nem sempre é a melhor prática para se racionalizar o trabalho, segundo o mesmo autor, é necessário que haja combinação de fatores técnicos, econômicos e ambientais.

2.2.1. Aspectos que influenciam na mecanização da colheita florestal

Com base num estudo de revisão de literatura, serão expostos a seguir alguns fatores de natureza técnica, operacional, econômica, social e ambiental que influenciam o processo de mecanização e, conseqüentemente, o progresso tecnológico na colheita florestal.

2.2.1.1. Aspectos técnicos

A colheita destaca-se como a fase mais importante do ponto de vista técnico-econômico e inclui as etapas de corte, descascamento (quando executado no campo), extração e carregamento (MACHADO et al., 2008). A escolha do sistema a ser empregado varia em função de vários fatores, tais como, topografia do terreno, solo, clima, comprimento da madeira, incremento

da floresta, uso da madeira, dentre outros, mas a sua seleção deve ser baseada em uma criteriosa análise técnica e econômica (MACHADO, 1985).

A realização de estudos que visam conhecer a real capacidade produtiva e possíveis variáveis que interferem no rendimento das máquinas de colheita de madeira tornou-se uma preocupação crescente por parte das empresas florestais, com vistas ao desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho operacional destas, maximizando a produtividade e reduzindo os custos de produção (SILVA et al., 2003). Neste contexto ANDRADE (1998) relata o estudo de tempo. De acordo com o mesmo autor este estudo permite determinar o conjunto de máquinas ou subsistemas de colheita mais compatíveis as realidades das empresas. Por meio deste pode-se ainda determinar a produtividade e a eficiência de um conjunto de operações, bem como os fatores que estão contribuindo para as interrupções do trabalho (ANDRADE, 1998).

MOREIRA (2000) relata o desafio técnico das empresas florestais com relação a colheita de florestas de baixo rendimento. Segundo este autor, várias empresas possuem áreas com povoamentos de baixo rendimento volumétrico, devendo para esses casos ser estudados métodos alternativos de colheita que proporcionem bom rendimento tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, visando proporcionar uma relação custo/benefício satisfatória.

Estudos realizados com sistemas de colheita mecanizados mostraram que a produtividade dos povoamentos explorados tem influência direta sobre a eficiência técnica e econômica da maioria das máquinas utilizadas, sendo mais eficientes aquelas que atuam em povoamentos de maior produtividade volumétrica por unidade de área (MOREIRA, 2000).

A qualificação profissional também merece destaque no aspecto técnico. A inserção de profissionais mal qualificados nas operações mecanizadas de colheita florestal pode levar a redução da produtividade pela dificuldade de ajuste frente aos novos progressos tecnológicos. De acordo com PARISE & MALINOVSKI (2002), os equipamentos com alta tecnologia agregada, são normalmente importados, e dispõem de componentes hidráulicos, elétricos e eletrônicos que resultam em máquinas mecatrônicas as quais requerem um profissional dotado de requisitos pessoais especiais (habilidades, destreza, agilidade, raciocínio rápido, etc), bem como elevado

nível de conhecimento técnico. O alto padrão tecnológico aliado a falta de conhecimento técnico ou capacitação adequada dos profissionais, pode ocasionar um tempo maior na solução dos problemas, podendo aumentar os custos da atividade, bem como uma crescente redução das horas trabalhadas (EQUIPE SUZANO BAHIA SUL, 2003).

A mecanização nas atividades de colheita vêm promovendo a diversificação dos modais ou subsistemas, trazendo, conseqüentemente, novas técnicas que de acordo com MOREIRA (1998), mostram-se vantajosas em relação aos métodos convencionais.

2.2.1.2. Aspectos operacionais

Segundo BRAMUCCI & SEIXAS (2002), o uso de sistemas mecanizados de colheita de madeira é afetado por diversas variáveis que interferem na capacidade operacional dos equipamentos e, conseqüentemente, no custo final da madeira. Em nosso País, ainda existem poucos dados a respeito da real influência de variáveis sobre a capacidade produtiva das máquinas de colheita de madeira em determinadas condições de trabalho (MACHADO & LOPES, 2000).

No Brasil algumas empresas estão adquirindo máquinas e colocando-as em operação sem um estudo prévio e acompanhamento mais amplo, gerando, entre outras coisas, baixa qualidade das operações (JACOVINE et al., 2005). Os desafios impostos pela mecanização da colheita florestal são muitos, porém a carência de profissionais qualificados na área de operação de equipamentos de colheita florestal no Brasil apresenta-se como um dos maiores dentre todos os demais (PARISE, 2005). LUNDQVIST (1996) afirma que, para se ter sucesso na colheita florestal, é necessário combinar máquinas eficientes com serviços de assistência técnica local, operadores e mecânicos experientes. De acordo com MALINOVSKI (2000), um dos principais desafios da colheita de madeira no Brasil é a questão da mão-de-obra especializada com qualificação adequada para operar máquinas de última geração.

Neste novo cenário de evolução tecnológica, deve-se atentar também para o planejamento logístico de reposição de peças, sobretudo, pela alta produtividade das máquinas na colheita. A baixa eficiência operacional por

quebra de máquinas neste novo padrão tecnológico representa uma ameaça ao abastecimento das fábricas, devendo no entanto ser otimizada de forma atender as expectativas com relação ao fluxo contínuo de madeira (campo-indústria), mantendo ainda um custo de produção acessível. O processo de inovação tecnológica na colheita deve evoluir também no sentido de proporcionar melhorias no desempenho operacional frente algumas limitações impostas pelo manejo como, por exemplo, a colheita de florestas submetidas ao processo de desbaste ou regime de talhadia.

2.2.1.3. Aspectos econômicos

De acordo com BAGIO & STOHR (1978); REZENDE et al. (1983); MACHADO et al. (2008), as atividades de colheita e transporte de madeira representam 50%, ou mais, dos custos totais da madeira posta na indústria. Por isso, o desenvolvimento de técnicas visando melhorar o desempenho das máquinas, maximizando a produtividade e reduzindo os custos de produção, torna-se cada vez mais necessário (SILVA et al., 2003). Segundo PARISE e MALINOVSKI (2002), o principal objetivo da mecanização florestal centra-se na obtenção do menor custo de produção no processo de colheita florestal. Tais custos podem ser determinados mediante o cálculo de custo operacional. Para MIYATA (1980), o custo operacional das máquinas dá uma noção para as avaliações econômicas e os estudos comparativos entre sistemas, através da variação das grandezas de seus parâmetros. Os seus componentes são o valor de aquisição, a vida útil, o valor residual, a taxa de remuneração, os seguros e outras taxas, utilização anual, mão-de-obra, combustível e manutenção dos maquinários (pneus, esteiras, peças etc.).

POSSAMAI & RODRIGUES (2003) avaliaram os benefícios proporcionados pela inovação tecnológica, quando da substituição de máquinas de colheita de pequeno e médio porte por máquinas de grande porte. De acordo com os mesmos autores, apesar de um valor de aquisição maior, dos equipamentos de grande porte, o investimento a ser realizado é menor quando analisado no contexto completo; basicamente pela alta produção do novo processo, que permite de forma recíproca uma redução na quantidade de equipamentos para atendimento da mesma demanda, com uma outra

vantagem, pelo fato de apresentar maior eficiência operacional. Estes autores avaliaram o custo de produção da colheita florestal, em uma empresa localizada no estado de São Paulo, onde foi observada uma relação inversa do referido custo com o participação de maquinários de grande porte na atividade.

2.2.1.4. Aspectos sociais

A introdução de máquinas cada vez mais modernas na colheita florestal trouxe grandes avanços no campo social, no entanto, reflexos negativos também foram observados em virtude desse processo de inovação. Os benefícios sociais do processo de modernização da colheita florestal estão, em parte, atrelados a melhoria das condições ergonômicas das máquinas. A introdução de equipamentos que substituem o machado e a motosserra, possibilitou o aumento da produtividade das operações de colheita, diminuindo a participação do homem na atividade manual e semimecanizada, que proporciona um elevado desgaste físico por serem, em geral, atividades muito pesadas e que detêm um elevado índice de acidentes (SOUZA & MINETTE , 2002).

Com o desenvolvimento tecnológico, passou-se a buscar o aperfeiçoamento da relação homem-máquina, com a finalidade de impor ao homem uma carga de trabalho mais suave, visando à redução da fadiga e, em consequência, ao aumento da produtividade do conjunto e à melhoria do serviço executado (MENEZEZ et al., 1985).

A transição do trabalho manual para os métodos moto-manuais, principalmente com a introdução dos sistemas altamente mecanizados, diminuiu o esforço físico e pode ter aumentado o desgaste mental do trabalhador. Portanto no passado o tema central da ergonomia era a medição do dispêndio energético, atualmente a carga de trabalho mental e o “estresse” é que se tornaram mais importantes (GRAMMEL, 1994).

Embora apresente aspectos positivos pela redução dos índices de acidentes (FREITAS, 2004) e pela maior exigência do trabalho qualificado (LIMA & LEITE, 2008), há de se considerar também impactos negativos em virtude da retração da mão-de-obra não qualificada, sobretudo a nível local. A mecanização resultou em sérios problemas sociais, provocados principalmente

pelo desemprego, no entanto, este processo proporcionou melhores condições de trabalho ao colocar o indivíduo mais protegido em cabines climatizadas, além de transferir o trabalho pesado para as máquinas (LOPES, 2007).

2.2.1.5. Aspectos ambientais

Os aspectos ambientais relacionados ao progresso tecnológico na colheita florestal podem ser analisados mediante estudo dos aspectos físico (solo, água e ar); biótico (flora e fauna) e antrópico (emprego, saúde, paisagismo e gestão).

2.2.1.5.1. Solo

Os danos ao solo podem estar relacionados com os processos de compactação, erosão, perda de matéria orgânica e exportação de nutrientes. A preocupação com a compactação dos solos tornou-se relevante no Brasil com a intensificação da mecanização das operações de colheita de madeira, notadamente no início da década de 90 (SEIXAS & JUNIOR, 2001). 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 de máquinas utilizadas nas atividades de silvicultura e colheita da madeira (SEIXAS, 1999). As máquinas empregadas na colheita, em geral, são muito pesadas e, combinadas com a movimentação e levantamento de toras, exercem grandes pressões ao solo (SCOPEL et al., 1992).

Uma das maneiras de reduzir os problemas de compactação pelos rodados de um trator é o uso de pneus duplos, no entanto, esse procedimento não elimina totalmente o efeito da compactação, porque há efeito de compactação de um pneu sobre o outro (VIEIRA, 1998). De acordo com o mesmo autor, a compactação sob rodados nestes casos será menor em profundidade, porém será maior em extensão superficial, já que a área afetada será maior. Por favorecer o escoamento superficial e subsuperficial das águas de chuva, a compactação acaba proporcionando o aumento dos processos

erosivos (SILVA, 1994). O arraste mecanizado é contudo um dos grandes responsáveis pelo aumento dos processos erosivos, devido principalmente ao sulcamento do solo (SILVA, 2002).

As máquinas introduzidas na colheita florestal para o arraste de madeira trouxeram também impactos relacionados a perda de matéria orgânica (SILVA, 1995). O arraste desestrutura a camada superficial do terreno, facilitando a perda do componente orgânico do solo (FREITAS, 2004). O maior grau de mecanização tem no entanto favorecido a adoção de alguns sistemas de colheita, tais como: sistemas de árvores inteiras (LIRA FILHO, 1993) e de toras compridas (MACHADO, 1989), os quais são responsáveis diretamente pelos danos a camada superficial do solo e, conseqüentemente, pela perda da capacidade produtiva do sítio. No sistema de árvores inteiras, tem-se ainda um agravante, uma vez que este favorece a exportação de nutrientes, não contemplando portanto o processo de ciclagem (FREITAS, 2004). 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).

Cabe ressaltar que as novas tecnologias na colheita florestal trouxeram também alternativas para minimização dos danos causados ao solo como, por exemplo, maquinários equipados com esteiras “ecotrack”, com vista a redução da compactação (WINTER & VIEIRA, 2003) e sistemas de navegação por GPS, como forma de se otimizar as operações florestais, minimizando o tráfego de máquinas nas áreas de corte.

2.2.1.5.2. Água

Devido às suas características, a colheita florestal é, em geral, responsável por significativos impactos sobre o funcionamento harmônico da microbacia, através da compactação de solo, da erosão e da ruptura da ciclagem de nutrientes (WATERLOO, 1994). O tráfego intenso de veículos pesados modifica a estrutura do solo, causando rompimento de suas resistências naturais, que se encontram interligadas por forças de atração e repulsão, alterando o fluxo de água no solo, reduzindo a produtividade da

floresta e aumentando os níveis de erosão, já que, geralmente, reduz a taxa de infiltração (SEIXAS, 2000). Com o estabelecimento da compactação, pelo trânsito de máquinas nos talhões, prevalece o escoamento superficial e subsuperficial, devido à menor capacidade de infiltração da água no solo (SILVA, 1995).

O aumento do grau de mecanização florestal tem favorecido ainda a extração de toras de maiores dimensões (MACHADO, 1989), agravando dessa forma os processos erosivos pelo sulcamento do solo (SILVA, 2002), o qual impacta os ecossistemas aquáticos de forma qualitativa, pelo processo de turbidez e quantitativa, pelo aumento do assoreamento (FREITAS, 2004). Os danos gerados nos corpos hídricos são em grande parte decorrentes de práticas inadequadas de uso do solo. Isto significa que uma certa dupla contagem ocorre quando as alterações da qualidade das águas são consideradas na avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica, sendo isto inevitável, dado ao carácter sistêmico do ambiente (RODRIGUES et al., 2003).

Enfim, cabe ressaltar que o progresso tecnológico na colheita florestal trouxe também melhorias de cunho ambiental, como é caso de máquinas equipadas com GPS, o que possibilitou o monitoramento contínuo das operações e, conseqüentemente, a restrição com relação a entrada de máquinas em áreas susceptíveis a erosão ou locais próximos aos cursos d'água.

2.2.1.5.3. Ar

O processo de inovação tecnológica proporcionou a diversificação dos modais de colheita florestal, onde muitas operações deixaram de ser realizadas com motosserras e passaram a ser executadas de forma mecanizadas, com auxílio do *Harvester*, *Feller Buncher* e *Slingshot*. Este aspecto proporcionou uma mudança em termos de emissão de poluentes atmosféricos, uma vez que estas máquinas, além de fazer o trabalho de inúmeras motosserras, vem apresentando no contexto evolutivo uma redução de uso de energia fóssil por unidade produzida (WADOUSKI, 2000).

As máquinas mais modernas são capazes de controlar automaticamente o consumo de combustível através de um processo eletrônico. Esta melhoria tecnológica dos motores propiciou dois ganhos: economia de combustível e, conseqüentemente, diminuição da poluição (JUNIOR et al., 2007). De acordo com os mesmos autores, estes motores reduzem em 40 % a liberação de óxidos de nitrogênio e, em menor quantidade, a emissão de outros poluentes proveniente da reação de combustão, como o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos e os óxidos de enxofre.

Cabe ressaltar que o avanço do processo de mecanização tem proporcionado um nível crescente de um outro tipo de poluição atmosférica. De acordo com FREITAS (2004), o intenso tráfego de máquinas na época da colheita acarreta, no período de seca, o lançamento de grande quantidade de partículas sólidas no 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).

2.2.1.5.4. Flora

O progresso tecnológico ocorrido na colheita florestal potencializou o processo de mecanização, trazendo conseqüentemente inúmeros impactos à flora. Estes impactos podem ser avaliados em relação a floresta plantada, a vegetação do entorno (incluindo as áreas de reserva legal e de preservação permanente) e a vegetação de sub-bosque.

A utilização de maquinários nas operações de colheita florestal acarreta danos aos tocos, culminando como um fator decisivo para o estabelecimento da futura floresta na condução pelo regime de talhadia. Severos danos às cepas podem ser provocados, em virtude do cisalhamento do dispositivo de corte (disco, serra ou tesoura) nas árvores, e pela passagem dos rodados sobre as mesmas, influenciando as brotações futuras, levando o povoamento a uma baixa produtividade (LIMA & LEITE, 2008). MACHADO et al. (1990) relatam que a extração de madeira com guincho arrastador afetou cerca de 3% das cepas de um plantio de *Eucalyptus alba*, sendo que somente 15% dessas cepas atingidas durante o arraste não brotaram.

A compactação pelo trânsito de máquinas nos talhões também afeta o estabelecimento da futura floresta. Do ponto de vista fisiológico a compactação afeta o crescimento de plantas devido à redução de volume de macroporos, diminuindo a taxa de infiltração e retenção de água, favorecendo o escoamento superficial e erosão. Pode ocorrer pela redução das trocas gasosas uma diminuição da concentração de oxigênio, permitindo que Fe e Mn passem às formas reduzidas as quais são tóxicas, reduzindo assim a atividade metabólica (CHANCELLOR,1977; BALASTREIRE,1987).

Neste processo de avaliação, deve-se considerar também os danos expressivos em relação a vegetação de sub-bosque pelo trânsito de máquinas nas áreas de corte (SILVA, 2002). Com relação a vegetação nativa, percebe-se um aspecto positivo, quando da substituição da motosserra pelo *Feller Buncher* na operação de derrubada, em virtude da maior eficiência no direcionamento de queda das árvores (FREITAS, 2004).

2.2.1.5.5. Fauna

Em se tratando da fauna, têm-se os impactos incidentes sobre os vertebrados (aves e mamíferos) e invertebrados (microorganismos associados ao solo, insetos e microfauna aquática). O maior grau de mecanização florestal acarreta o aumento da turbidez e do assoreamento, afetando dessa forma a produtividade global do ecossistema aquático, com reflexos negativos sobre os componentes bióticos presentes neste meio (FREITAS, 2004).

Como o aumento do índice de mecanização florestal favorece os sistemas de toras compridas (MACHADO, 1989), ocorre, em virtude desse processo, um significativo aumento da operação de arraste, o que além de agravar os processos de turbidez e assoreamento, proporciona danos diretos a micro e mesofauna do solo. Neste aspecto, pode-se considerar também um impacto positivo, já que a exposição desses microorganismos à superfície proporciona uma maior quantidade de alimentos para avifauna (SILVA,1994).

Cabe ressaltar que num futuro próximo os novos aparatos tecnológicos das máquinas empregadas na colheita florestal proporcionarão alguns aspectos atenuantes, sobretudo, com relação aos danos proporcionados a

fauna. Neste contexto, PARISE & MALINOVSKI (2002) relatam a redução dos níveis de ruído (podendo atuar como efeito benéfico em virtude da diminuição dos níveis de estresse e afugentamento) e a utilização do óleo hidráulico biodegradável (com menores possibilidades de contaminação da micro e mesofauna do solo).

2.2.1.5.6. Emprego

Analisando o avanço do processo de mecanização e de inovação tecnológica na colheita florestal, percebe-se de forma notória alguns aspectos positivos decorrentes deste cenário, sobretudo, no que diz respeito a qualificação dos trabalhadores e melhorias de salários. MURAKAMI (2002), analisando o progresso tecnológico numa empresa florestal localizada na região sul do país, observou um impacto positivo com relação a melhorias de salários dos operadores de máquinas. Segundo o mesmo autor, a admissão de novos operadores na respectiva empresa passou a exigir um maior nível de escolaridade.

Contudo, a inovação tecnológica na colheita florestal trouxe também alguns impactos negativos, principalmente com relação a oferta de empregos. O aumento dos custos, pelo grande contingente de mão-de-obra nas operações manuais e semimecanizadas, caracterizou como um dos fatores que proporcionou o avanço do processo de mecanização nas empresas florestais (PARISE, 2005). A introdução de equipamentos que substituem a motosserra e o machado possibilitou o aumento da produtividade das operações de colheita, minimizando a participação do homem no processo produtivo (MENDONÇA FILHO & PEREIRA FILHO, 1990).

As inovações tecnológicas na colheita florestal têm potencializado também o aumento da competitividade entre as empresas, fazendo com que muitas destas adotassem um processo de terceirização mais marcante como forma de se reduzir os custos e de se manter de forma ativa no processo produtivo. LEITE et al. (2001) relata que esta tendência é uma realidade em nosso país, onde, segundo os mesmos autores, a terceirização vem sendo utilizada principalmente com intuito de redução de custos fixos e de mão-de-obra.

2.2.1.5.7. Saúde

Este indicador pode ser analisado mediante estudo dos seguintes parâmetros: riscos de acidentes, condições ergonômicas e geração de resíduos. O processo de mecanização na colheita florestal foi um fator decisivo para redução dos riscos de acidentes na atividade, já que as operações manuais e semimecanizadas, além de serem altamente desgastantes, expõem os operadores às frentes de trabalho, trazendo assim sérios riscos de acidentes.

O corte florestal, quando realizado pelos métodos mais rústicos, faz com que os trabalhadores atuem expostos às condições climáticas, em diferentes tipos de terreno e de florestas, sujeitos ainda a acidentes com animais peçonhentos (SANT'ANNA, 2008). A operação de corte manual ou semimecanizado é considerada como um trabalho dos mais pesados e de mais alto risco de acidentes dentre os trabalhos das demais atividades industriais brasileiras (SOUZA & MINETTI, 2002). A mudança nos padrões tecnológicos da colheita florestal, por volta de 1994, fez no entanto com que algumas empresas registrassem ganhos expressivos na utilização de mão-de-obra e redução da frequência e gravidade dos acidentes do trabalho (EQUIPE TÉCNICA DURATEX, 1999).

A introdução de equipamentos que substituem o machado e a motosserra, possibilitou o aumento da produtividade das operações de colheita, diminuindo a participação do homem na atividade manual e semimecanizada, que proporciona um elevado desgaste físico por serem, em geral, atividades muito pesadas e que detêm um elevado índice de acidentes (LIMA & LEITE, 2008). Apesar de ter como meta prioritária a redução de custos, a mecanização florestal proporcionou outros benefícios como, por exemplo, a melhoria das condições ergonômicas para o trabalhador (PARISE & MALINOVSKI, 2002). Há de se considerar também que as máquinas utilizadas na colheita, salvo algumas interrupções de natureza técnica e operacional, trabalham normalmente vinte quatro horas por dia. Este aspecto pode no entanto trazer sérios problemas para as comunidades presentes no entorno, quando da

realização das operações no turno da noite. As rotinas noturnas associada a colheita mecanizada expõe também a saúde dos operadores.

SOUZA et al. (2003) avaliaram as condições ergonômicas na colheita florestal mecanizada. Estes autores analisaram as operações com *Feller Buncher*, *Clambunk Skidder*, *Track Skidder*, traçador mecânico e carregador florestal, identificando neste estudo operadores expostos a trabalho com grande quantidade de repetições de movimentos de alto grau de rotina, às vezes sob esforços e postura inadequadas, com possíveis conseqüências para a saúde. As máquinas de colheita de madeira que operam no Brasil são, em sua maioria, importadas ou adaptadas de outras máquinas. Em geral, são de custo de aquisição elevados e dependem do máximo aproveitamento de suas funções, o que impõe a busca de maior demanda de pesquisas para adequação delas às nossas condições de trabalho (SOUZA & MINETTI, 2002).

Além dos impactos relacionados às condições ergonômicas e a segurança no trabalho, o progresso tecnológico da colheita proporcionou também impactos em virtude da maior geração de resíduos. Segundo CARDOSO (2004), os principais resíduos oriundos do processo mecanização florestal são: óleos lubrificantes, graxas, flanelas, filtros, mangueiras e sucatas. Vale ressaltar no entanto que a diminuição do contingente de pessoas envolvidas diretamente nas operações de colheita florestal, em virtude do processo de mecanização, trouxe um aspecto vantajoso com relação a diminuição do volume de lixo gerado nas áreas florestais.

2.2.1.5.8. Paisagismo

A mecanização na atividade de colheita florestal tem proporcionado alterações ambientais em relação ao aspecto paisagístico. Estas alterações podem estar relacionada ao processo de derrubada da floresta, extração de madeira dos talhões (exposição do solo) e disposição da madeira e dos restos vegetais na área de corte. LOPES (2001) relata que em virtude dos elevados custos, somente o aspecto econômico é considerado no planejamento, enquanto o ambiental, que influenciará a colheita do futuro, principalmente pelos valores estéticos e paisagísticos das florestas, da fauna e flora não são contemplados. De acordo com MACHADO & LOPES (2008), uma solução para

minimizar a depreciação da qualidade paisagística da colheita seria a adoção do corte em mosaico.

Contudo, a intensificação do processo de mecanização na colheita pode dificultar a execução desse tipo de corte, uma vez este exige maior deslocamento de maquinário para as áreas a serem colhidas, podendo dessa forma comprometer a eficiência operacional e, conseqüentemente, elevar os custos. FREITAS (2004) relata a depreciação paisagística nas áreas florestais proporcionada pela distribuição irregular da madeira no talhão, quando da extração pelo tombo manual e também, pela exposição do solo, quando da extração com o Guincho TMO.

O processo de inovação, ou melhor, a adoção de modais de colheita tecnologicamente mais avançados, pode concretizar, em determinados casos, como alternativa para minimizar os danos a paisagem, como por exemplo, a substituição do Guincho arrastador pelo cabo aéreo, como forma de atenuar a depreciação visual proporcionada pela exposição do solo.

2.2.1.5.9. Gestão

O processo de gestão pode ser avaliado mediante a produtividade, redução do custo de produção, qualidade de vida, treinamento, dentre outros. De acordo com PARISE & MALINOVSKI (2002), o principal objetivo da mecanização florestal centra-se na obtenção do menor custo de produção no processo de colheita florestal. A mecanização da colheita de madeira, embora não seja a única forma de racionalização e controle da evolução dos custos, pode proporcionar reduções drásticas em prazos relativamente curtos, tendo um lugar de elevada importância nos esforços para o aumento da produtividade e humanização do trabalho florestal (WADOUSKI, 1998).

O treinamento é também uma variável de suma importância a ser avaliada no contexto do progresso tecnológico. Segundo PARISE (2005), a busca pela rápida absorção do processo de inovação tecnológica na colheita florestal obrigou as empresas usuárias e os fabricantes a investirem na montagem de equipes de treinamento. Percebe-se contudo a grande sensibilidade do processo de gestão frente aos avanços tecnológicos na atividade de colheita florestal.

2.3. Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal

No Brasil, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foi estabelecida como requerimento para toda atividade modificadora do ambiente pelo artigo 1º da Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 1992). De acordo com a referida Resolução, 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 (IRIAS et al., 2004).

A avaliação de impacto ambiental se consolida como uma ferramenta de planejamento regional, além de servir de instrumento no processo de licenciamento (PINHEIRO, 1990). Este papel é de fundamental importância para o país, devido a três fatores: primeiro, à relevância dos recursos naturais do país no contexto mundial; segundo, por causa da expressiva escala das atividades econômicas e de ocupação dos espaços e, finalmente, à inserção das questões ambientais tanto nas preocupações nacionais quanto na perspectiva internacional sobre o país (RODRIGUES & RODRIGUES, 1999).

Existe à disposição dos avaliadores de impacto ambiental um vasto arsenal metodológico, com mais de cem métodos descritos para os mais variados propósitos e situações (CANTER, 1996; OREA, 1998). Tal situação é perfeitamente entendível dada a multiplicidade de situações passíveis de serem submetidas a Avaliação de Impacto Ambiental. 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).

O estudo de impactos ambientais merece grande importância em qualquer etapa florestal, mas, na colheita, devido a grande intervenção antrópica, necessita de uma atenção especial (FREITAS, 2004). O corrente

estudo centrou-se na Avaliação de Impactos Ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal, método adaptado do sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Sistema AMBITEC AGRO).

Esta metodologia mostrou-se bastante pertinente com o contexto da colheita florestal no Brasil, principalmente pela grande evolução dessa atividade nas últimas décadas. Esta ferramenta de planejamento ambiental pode ser aplicada com propósito de auxiliar as empresas do segmento florestal nas tomadas de decisões com relação a escolha de sistemas de colheita ambientalmente corretos. Isto é possível através da determinação dos coeficientes e dos índices de impacto, os quais são obtidos avaliando a condição de uma dada tecnologia (antes da inovação) em relação a outra (após a inovação). Para isso é imprescindível uma seleção criteriosa de indicadores de forma a avaliar a sustentabilidade dos modais de colheita frente ao processo de mecanização florestal. Essa metodologia integra as três dimensões do conceito de desenvolvimento sustentável (econômica, social e ecológica), com cada uma sendo caracterizada pelos seus indicadores específicos (RODRIGUES et al., 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização das áreas de estudo

O trabalho foi conduzido em povoamentos florestais pertencentes a uma empresa produtora de celulose, localizada no estado de Minas Gerais, com abrangência nas seguintes regiões: Guanhães, Ipatinga, Nova Era/Cocais e Santa Bárbara. A região de Guanhães, delimitada pelas coordenadas geográficas 18° 47' 02" de latitude sul e 42° 55' 39" de longitude oeste, é caracterizada pelo relevo suave a forte ondulado, com solo profundo, argiloso e fértil. A precipitação média está em torno de 1.184 mm/ano, com umidade relativa (UR) de 62% e temperatura média de 21,7°C.

Na região de Ipatinga (19° 28' 06" de latitude sul e 42° 32' 12" de longitude oeste), o relevo é plano a forte ondulado, sendo o solo medianamente profundo, arenoso e fértil. A precipitação média é de 1.270mm/ano, a UR encontra-se na faixa de 60% e a temperatura média em torno de 24,7°C.

Em Nova Era/Cocais (19° 56' 45" de latitude sul e 43° 29' 14" de longitude oeste), tem-se relevo forte ondulado a montanhoso, com solo pouco profundo e de textura argilo-arenosa, apresentando baixa fertilidade. As condições climáticas são: precipitação (1.280mm); UR (66%) e temperatura média de 21,2°C.

Na região de Santa Bárbara (18° 47' 02" de latitude sul e 42° 55' 39" de longitude oeste), o relevo é caracterizado como sendo suave ondulado a montanhoso, o solo é profundo, areno-argiloso e pouco fértil. A precipitação média é de 1.394mm/ano, a UR encontra-se na faixa de 62% e a

temperatura média em torno de 21,9°C. Os plantios comerciais nas regiões em estudo são na sua totalidade do gênero *Eucalyptus*. De maneira global, as condições topográficas da referida empresa apresenta o seguinte perfil: 54% das áreas com declividade menor ou igual a 20% e 46% acima desse valor (PIRES, 1997).

Os plantios eram de *Eucalyptus grandis*, colhidos normalmente com sete anos de idade, sendo submetido ao regime de corte raso.

3.2. Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal

Partindo do suposto que não existe um método de avaliação de impacto ambiental que seja perfeito, buscou-se através de uma ampla revisão literária uma metodologia que fosse mais compatível com o presente estudo. Trabalhou-se dessa forma com um método consolidado para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agropecuária (AMBITEC-AGRO), desenvolvido pela Embrapa Meio-Ambiente, que avalia o desempenho ambiental de uma dada tecnologia ou metodologia em relação àquela previamente estabelecida (RODRIGUES et al, 2003). O sistema AMBITEC foi, no entanto, direcionado para uma avaliação dos impactos ambientais oriundos dos avanços tecnológicos na colheita florestal. A utilização da referida metodologia envolveu as seguintes etapas:

3.2.1. Definição dos subsistemas de colheita a serem avaliados

Consiste no direcionamento da pesquisa, tomando sempre como referência os modais de colheita tradicionais em relação àqueles que contextualizam, em pela menos uma etapa da colheita florestal, o processo de inovação tecnológica (Quadro 1).

Quadro 1 - Subsistemas de colheita florestal avaliados

Processos de inovação	Subsistemas antes da Inovação	Subsistemas após a inovação	Condições de relevo
1	a) Motosserra + Guincho arrastador (Toras curtas)	b) Motosserra + <i>Track Skidder</i> (Toras compridas)	Forte ondulado
2	c) Motosserra + <i>Forwarder</i> (Toras curtas)	d) <i>Feller Buncher</i> + <i>Clambunk Skidder</i> (Toras compridas)	Plano a suavemente ondulado
3	c) Motosserra + <i>Forwarder</i> (Toras curtas)	e) <i>Harvester</i> + <i>Forwarder</i> (Toras curtas)	Plano a suavemente ondulado
4	f) Motosserra + Tombo Manual (Toras curtas)	g) Motosserra + Cabo Aéreo (Toras compridas)	Forte ondulado a montanhoso

3.2.1.1. Descrição dos subsistemas de colheita avaliados

O Quadro 1 ilustra os subsistemas antes e após o processo de inovação tecnológica. O subsistema b (Motosserra + *Track Skidder*) foi avaliado em relação ao subsistema a (Motosserra + Guincho arrastador). O processo de inovação neste caso promoveu uma mudança do sistema de toras curtas para o sistema de toras compridas.

No subsistema **a**, as operações de corte (derrubada, desgalhamento, destopamento e traçamento), foram realizadas de forma semimecanizada (Figura 1). As árvores abatidas foram traçadas num comprimento de 2,20 metros. Os toretes resultantes 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 **b**, a motosserra foi utilizada apenas no abate (Figura 1), sendo o desgalhamento e destopamento executados de forma manual. A extração neste caso foi realizada com auxílio do *Track Skidder* (Figura 3), o qual fez o arraste dos feixes de toras até as margens das estradas. Após o arraste a madeira foi processada por meio da garra traçadora.

O subsistema *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder* (d) foi avaliado em relação ao subsistema Motosserra + *Forwarder* (c). Neste caso houve também mudança do sistema de toras curtas para o sistema de toras compridas.

No subsistema **c**, as operações de corte, incluindo a derrubada, desgalhamento, destopamento e traçamento, foram realizadas com motosserra

(Figura 1). Os toretes, embandeirados no talhão, foram baldeados com auxílio do *Forwarder* (Figura 4) o qual foi responsável também pelo empilhamento da madeira nas margens das estradas.

No subsistema d, o abate das árvores foi realizado pelo *Feller Buncher* (Figura 5), sendo o desgalhamento e destopamento executado de forma manual. O arraste dos feixes de toras até as margens das estradas ficou a cargo do *Clambunk Skidder* (Figura 6).

O subsistema *Harvester + Forwarder* (e) foi analisado também em relação ao subsistema *Motosserra + Forwarder* (c). Neste caso o processo de inovação não proporcionou mudança do sistema de colheita, sendo ambos pertencentes ao sistema de toras curtas. O subsistema c, descrito anteriormente, diferiu do subsistema e apenas na etapa de corte. No subsistema c os processos de derrubada, desgalhamento, traçamento e destopamento foram realizados de forma semimecanizada (Figura 1) enquanto que, no subsistema e, tais processos foram executados de forma mecanizada (Figura 7).

Por fim foi avaliado o subsistema *Motosserra + cabo aéreo* (g), tomando como referência, o subsistema *Motosserra + Tombo Manual* (f). Neste caso ocorreu mudança do sistema de toras curtas (f) para o sistema de toras compridas (g). No subsistema f, a derrubada e o processamento foram realizados de forma semimecanizada (Figura 1), sendo os toretes resultantes dessa última etapa, tombados morro abaixo até às margens das estradas (Figura 8). Com relação ao subsistema g, utilizou-se também a motosserra no corte, porém, esta se restringiu aos processos de derrubada, desgalhamento e destopamento. A extração das toras neste caso foi realizada com auxílio do cabo aéreo (Figura 9).



Fonte: Machado (2003)

Figura 1 - Operação de corte semimecanizado.



Fonte: Machado (2003)

Figura 2 - Operação de extração de toretes com o Guincho TMO.



Fonte: Machado (2003)

Figura 3 - Operação de extração de toras com o *Track Skidder*.



Fonte: Machado (2003)

Figura 4 - Operação de extração de toretes com o *Forwarder*.



Fonte: Machado et al. (2008)

Figura 5 - Operação de corte mecanizado (derrubada) com o *Feller Buncher*.



Fonte: Machado et al. (2008)

Figura 6 - Operação de extração de toras com o *Clambunk Skidder*.



Fonte: Machado et al. (2008)

Figura 7- Operação de corte mecanizado com o *Harvester*.



Fonte: Machado (2003)

Figura 8 - Operação de extração manual dos toretes.



Fonte: Parise (2005)

Figura 9 - Operação de extração de toras com o cabo aéreo.

3.2.2. Definição dos indicadores e componentes

Caracteriza-se como uma etapa fundamental para consistência do trabalho em questão, uma vez que a definição de indicadores e componentes de pouca expressividade comprometerá todas as etapas subsequentes da pesquisa. Portanto é de suma importância que o elaborador do projeto esteja intimamente relacionado com o contexto ambiental a ser trabalhado, no sentido de se correlacionar os indicadores e componentes que apresentam maior susceptibilidade com relação às alterações ambientais, quando da adoção do processo de inovação tecnológica na colheita florestal. Grande parte destes já foram retratados no processo de avaliação de impactos ambientais na colheita florestal, conforme trabalho realizado por FREITAS (2004).

A Figura 10 ilustra os indicadores dos aspectos físico, biótico e antrópico, bem como seus respectivos componentes, para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA COLHEITA FLORESTAL

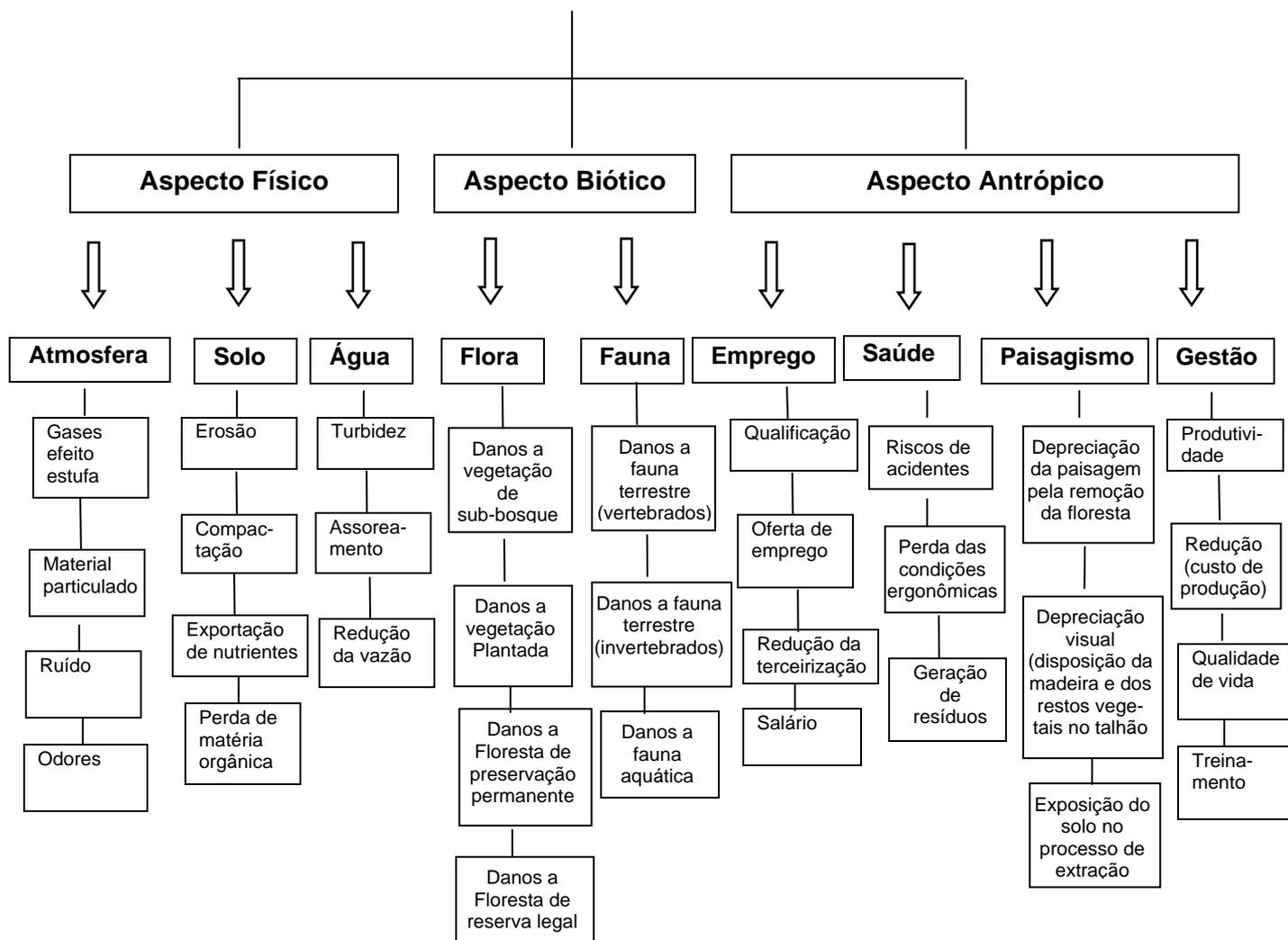


Figura 10 - Diagrama da avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal, apresentando os aspectos, indicadores e componentes - adaptado do sistema AMBITEC - AGRO (RODRIGUES et al., 2003).

3.2.3. Elaboração das matrizes

Foi elaborada um total de nove matrizes de ponderação, sendo três referentes ao aspecto físico, duas ao aspecto biótico e quatro ao aspecto antrópico. Cada indicador, com seus respectivos componentes (Figura 10), resultou numa matriz de ponderação, de forma a proceder a avaliação de impacto ambiental da inovação tecnologia na colheita florestal para os subsistemas em estudo (Quadro 1).

3.2.4. Coleta de dados

Consistiu na aplicação das matrizes de ponderação de forma individual, tomando como referência, técnicos da área de colheita florestal que vivenciaram o progresso tecnológico evidenciado no Quadro 1. As matrizes foram preenchidas por tais representantes (3), sendo 1 (um) com formação técnica em meio ambiente; 1 (um) com especialização, a nível de pós-graduação, em gestão ambiental e 1 (um) com formação em engenharia florestal, com pós-graduação em ciência florestal. Os avaliadores foram escolhidos pela experiência profissional (mínimo de 10 anos no caso em estudo) e pelo conhecimento ou especialização na área ambiental. Cada representante preencheu um total de 36 matrizes, resultantes dos nove indicadores (Figura 10) e dos quatro processos de inovação referenciados no Quadro 1.

O primeiro passo para a obtenção dos dados foi a ponderação dos componentes de cada indicador, de acordo com a escala de ocorrência e fator importância, conforme ilustrado abaixo:

a) Escala de ocorrência

Escala de ocorrência	Fatores de ponderação
Impacto pontual*	1
Impacto local**	2
Impacto no entorno***	3

* Impacto pontual: impacto que se restringe a área de corte.

** Impacto local: impacto de maior abrangência em relação ao impacto pontual, se restringindo a área do projeto.

*** Impacto no entorno: impacto de maior abrangência em relação ao impacto local, extravasando a área do projeto.

Os fatores de ponderação citados acima foram selecionados de forma a exprimir o aumento do impacto conforme a escala espacial, agravando-o quando a escala de ocorrência estende-se além dos limites da unidade produtiva (RODRIGUES et al., 2003).

b) Fator de importância

Consiste numa etapa para normalização devido aos diferentes números de componentes de cada indicador, e também para consideração do peso relativo de impacto nos respectivos componentes avaliados. A somatório do fator de importância, de todos componentes, de um determinado indicador, deverá resultar em 1 (um). Neste trabalho o fator de importância adotado foi aquele obtido da média das três avaliações, onde cada avaliador expressou sua ponderação de acordo com o grau de importância dos respectivos componentes. Após a ponderação, procedeu-se o preenchimento das matrizes utilizando os coeficientes de alteração previamente estabelecidos (Quadro 2).

Quadro 2 - Coeficientes de alteração padronizados para avaliação quantitativa de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal

Efeito da tecnologia na atividade De colheita florestal	Coeficiente de alteração do componente
Grande aumento no componente	+3
Moderado aumento no componente	+1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição do componente	-1
Grande diminuição do componente	-3

3.2.5. Determinação do índice geral de impacto

Os coeficientes de impacto foram determinados através da multiplicação dos coeficientes de alteração (Quadro 2) pelos fatores de ponderação (Quadro 3). Os coeficientes de impacto ambiental foram calculados para todos componentes de cada um dos indicadores, que no somatório, resultou no coeficiente de impacto do respectivo indicador. Este enquadrado, de acordo com a metodologia, numa escala de -15 a +15, captando dessa forma as alterações positivas e negativas proporcionadas pela diversificação tecnológica nos respectivos subsistemas de colheita florestal avaliados.

Para uma análise global, os nove indicadores contemplados no estudo foram também ponderados (somatório igual a 1), sendo os valores resultantes dessa ponderação, multiplicados pelos respectivos coeficientes de impactos dos indicadores, como forma de se determinar o índice geral de impacto em cada processo de inovação tecnológica.

Quadro 3 - Matriz de ponderação dos componentes de um determinado indicador, do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal - adaptado do sistema AMBITEC- AGRO (RODRIGUES et al., 2003)

<p>Subsistema a: Antes da inovação</p> <p>Subsistema b: Após inovação</p> <p>Fatores de ponderação</p> <p>↓</p> <p>Sem efeito: marcar X</p> <p>Impacto pontual</p> <p>Impacto local</p> <p>Impacto no entorno 5</p>	Indicador de um determinado aspecto				Averiguação dos fatores de ponderação dos componentes
	Componentes:				
	C_1	C_2	C_3	C_n	
	K				1
	K_1	K_2	K_3	K_n	
	C_a		C_a		
		C_a			
				C_a	
	CI_1	CI_2	CI_3	CI_n	
<p>Coeficiente de Impacto (CI) = Coeficiente de alteração (C_a) * Fatores de ponderação C: Componentes; K: ponderação dos componentes (fator de importância)</p>					

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação dos subsistemas de colheita florestal

A análise a seguir foi baseada em oito subsistemas de colheita florestal, conforme ilustrado no Quadro 1. A referida análise englobou os indicadores dos aspectos físico, biótico e antrópico, as quais se encontraram referenciados na Figura 10.

4.1.1. Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) VS *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder* (após inovação)

A inovação tecnológica em questão promoveu mudança do sistema de toras curtas para o sistema de toras compridas. Este aspecto proporcionou alterações de cunho ambiental, sendo estas relacionadas aos processos de corte e extração. Será descrito a seguir as referidas alterações para os indicadores referenciados na Figura 10.

4.1.1.1. Atmosfera

Este indicador foi representado pelos seguintes componentes: gases de efeito estufa, material particulado, ruído e odores. Os gases de efeito estufa apresentaram alterações positiva e negativa em nível moderado (Quadro 8a e 8c). A diminuição desses gases em uma das avaliações esteve relacionada a operação de corte, uma vez que o *Feller Buncher* apresenta motores mais eficientes em termos de consumo de combustível por quantidade produzida quando comparado as motosserras. O princípio de funcionamento dos motores

das motosserras (dois tempos) também configurou como um problema relacionado a emissão de gases, já que estes apresentam maior potencial poluidor em relação aos motores de quatro tempos. Tais aspectos contribuíram para redução dos níveis de poluentes no subsistema inovado (Quadro 8c).

Percebeu-se, porém, uma opinião inversa em uma outra avaliação. A operação de corte mecanizado acaba demandando serviços relacionados a distribuição de peças e abastecimento de máquinas no campo, o que potencializou o trânsito de veículos nas áreas florestais, agravando assim a emissão de poluentes no subsistema inovado (Quadro 8a). O material particulado apresentou aumento em duas avaliações quando da adoção da inovação tecnológica (Quadros 8a e 8c). Isto foi explicado pela mudança no processo extração, visto que o arraste com o *Clambunk Skidder* condiciona maior suspensão de particulados quando comparado ao baldeio com o *Forwarder*. Os níveis de ruído apresentaram alterações positivas em todas as avaliações, quando da mudança do subsistema tradicional para o subsistema inovado (Quadros 8a; 8b e 8c).

O *Clambunk Skidder*, por trabalhar em áreas mais íngremes que o *Forwarder*, demanda maior rotação durante as operações, o que pode proporcionar maior nível de ruído. Um outro agravante se deve a mudança do baldeio para o arraste, aspecto este que condiciona aumento do barulho em virtude do contato da madeira com o solo. Os odores não foram muito perceptíveis, apresentando alterações positiva e negativa, em nível moderado, quando da mudança para o subsistema inovado.

O componente “ruído” apresentou maior coeficiente de impacto negativo, o que pode ser explicado, em parte, pela alta expressividade do fator de importância. Em termos de coeficiente total de impacto, todas matrizes obtiveram saldo negativo, o que significa que o processo de inovação não proporcionou melhorias ambientais em relação ao indicador em questão.

4.1.1.2. Solo

O indicador solo foi composto por quatro componentes, sendo estes: compactação, erosão, exportação de nutrientes e perda de matéria orgânica. A compactação e erosão mostraram moderado aumento na maioria das

avaliações, quando da adoção do subsistema inovado. A substituição da motosserra pelo *Feller Buncher* foi um fator decisivo para o aumento de tais componentes (Quadros 9a e 9b). Percebeu-se, porém, em uma das avaliações, diminuição moderada dos respectivos componentes (Quadro 9c).

Com relação à exportação de nutrientes, houve também aumento do grau de alteração, quando da substituição do subsistema tradicional pelo inovado. Em uma das avaliações, esta alteração apresentou-se de forma mais expressiva (Quadro 9a). No subsistema Motosserra + *Forwarder* a madeira é processada dentro dos talhões, favorecendo portanto a manutenção dos nutrientes no sítio. No subsistema *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder*, o processamento ocorre nas margens das estradas, aspecto este que potencializa a exportação de nutrientes. A perda de matéria orgânica foi considerada inalterada em duas avaliações, apresentando moderada redução em uma das repetições (Quadro 9c). Um dos motivos neste caso seria as trilhas causadas pela extração com o *Forwarder*, as quais tendem a formar um caminho preferencial para descida das águas de chuva, potencializando desta forma o carreamento dos componentes orgânicos do solo.

O coeficiente de impacto ambiental apresentou maior valor para o componente erosão, o que pode ser explicado pela ponderação expressiva do respectivo componente em relação ao fator de importância. Os componentes desse indicador, por estarem restritos ao âmbito pontual, foram normalizados em relação a escala de ocorrência mais abrangente (impacto no entorno). O saldo total de impacto mostrou-se negativo na maioria das avaliações (Quadros 9a e 9b), evidenciando que no contexto geral o processo de inovação não condicionou melhorias em relação ao indicador em questão.

4.1.1.3. Água

Este indicador foi avaliado com base nos seguintes componentes: turbidez, assoreamento e redução da vazão. A adoção do subsistema inovado (*Feller Buncher* + *Clambunk Skidder*) promoveu alterações positiva e negativa, em nível moderado, em relação aos componentes turbidez e assoreamento. Por um lado foi considerado o fato agravante do arraste em termos de perda da estrutura do solo, o que potencializou os referidos componentes (Quadro 10a).

Analisando em relação a outro ponto de vista, ficou mais evidente os danos no subsistema antes da inovação (Quadro 10c).

Neste caso a extração com o *Forwarder* acarretou impactos mais expressivos em relação aos respectivos componentes, com a seguinte versão: a pressão sobre o solo seria mais acentuada com o *Forwarder*, em virtude destas máquinas trafegarem repetitivamente no mesmo traçado. Este aspecto proporcionou no entanto danos indiretos em relação aos componentes citados.

Dentre os componentes citados, o assoreamento apresentou coeficiente de impacto mais expressivo (Quadros 10a e 10c). Isto pode ser explicado em razão de sua ponderação em relação a escala de ocorrência e fator de importância. O coeficiente total de impacto mostrou-se comportamento diferenciado, com saldo positivo, negativo e inalterado (Quadros 10c, 10a e 10b), respectivamente.

4.1.1.4. Flora

Este indicador foi analisado de acordo com os seguintes componentes: danos a vegetação de sub-bosque, danos a vegetação plantada, danos a floresta de preservação permanente e danos a floresta de reserva legal.

O subsistema inovado (*Feller Buncher + Clambunk Skidder*) proporcionou uma alteração significativa em relação aos danos à vegetação presente dentro dos talhões (sub-bosque e floresta plantada). O arraste com *Clambunk Skidder* foi considerado o elemento complicador quando comparado ao processo de extração com o *Forwarder* (Quadros 11a e 11c). Neste último, os danos ocorrem basicamente pelo contato dos rodados com a vegetação, já no *Clambunk Skidder*, além do dano citado, tem-se também o impacto provocado pelo arraste das toras. Com relação a reserva legal, o subsistema inovado mostrou-se menos impactante (Quadros 11a e 11c).

Isto ocorreu em virtude da derrubada mecanizada com o *Feller Buncher*. Esta operação proporcionou uma redução dos danos a este tipo de vegetação em razão do melhor direcionamento de queda das árvores, resultando menores impactos a floresta do entorno. Os danos relacionados a floresta de preservação permanente foram, no entanto, moderadamente

superiores no subsistema inovado (Quadros 11a e 11c). Este subsistema, por contemplar uma colheita mais mecanizada, acaba proporcionando danos mais expressivos ao solo (compactação), impactando de forma indireta a microbacia, com possíveis danos a floresta de preservação permanente.

O coeficiente total de impacto apresentou um saldo negativo em duas avaliações (Quadros 11a e 11b), sendo para uma das repetições observado um saldo igual a zero, onde todos componentes mantiveram inalterados (Quadro 11b). Os valores negativos mostram portanto que o processo de inovação não proporcionou melhorias ambientais para o indicador em questão.

4.1.1.5. Fauna

O indicador fauna foi representado pelos seguintes componentes: danos à fauna terrestre (incluindo vertebrados e invertebrados) e danos à fauna aquática. Este indicador não apresentou grandes alterações quando da adoção do processo de inovação. O subsistema inovado, mesmo que de forma pouca acentuada, mostrou um adicional de dano em relação aos componentes avaliados (Quadros 12a e 12b). A operação de arraste com *Clambunk Skidder* foi mais problemática quando comparada à extração com o *Forwarder*. O contato das peças de madeira com o solo na operação de arraste proporciona danos a fauna terrestre, bem como para fauna aquática (Quadro 12c). No primeiro caso os impactos são decorrentes da destruição da vegetação de sub-bosque, processo este que reflete danos indiretos a fauna terrestre. A desestruturação da camada superficial do solo pelo arraste gera também impactos indiretos aos corpos hídricos, promovendo assim danos aos componentes bióticos desses ecossistemas.

O saldo total de impacto apresentou-se negativo em duas das três avaliações, refletindo aumento da problemática ambiental para o respectivo indicador, quando da adoção do subsistema inovado.

4.1.1.6. Emprego

Este indicador foi representado por quatro componentes, sendo estes: a qualificação, o emprego, a terceirização e o salário. Os dados provenientes

das três avaliações mostraram que a inovação tecnológica em questão contribuiu de forma positiva para a melhoria da qualificação dos profissionais dentro da empresa florestal (Quadros 13a ; 13b e 13c). Com relação à oferta de empregos, percebeu-se um aspecto inverso, com uma das avaliações apresentando inclusive forte retração (Quadro 13a). A substituição da motosserra pelo *Feller Buncher* proporcionou ganhos de produção significativos na atividade de corte (derrubada) e, conseqüentemente, diminuição do número de empregos na atividade.

O processo de terceirização foi também avaliado neste contexto. Este componente foi caracterizado como um impacto negativo, principalmente pelo fato dos trabalhadores integrantes deste sistema não usufruírem dos mesmos benefícios dos funcionários das empresas florestais. Foi constatado neste processo de inovação, dois pontos de vista relacionados a terceirização, ou seja, aumento (Quadro 13c) e redução (Quadros 13a e 13b) do respectivo componente. O primeiro caso pode ser explicado pelo fato do subsistema inovado (*Feller Buncher + Clambunk Skidder*) exigir novos serviços, como manutenção de máquinas e reposição de peças, os quais as empresas ainda não detém o “know how”. A outra situação se explica pelo fato da inovação reduzir as empresas terceirizadas que atuam na operação de corte semimecanizado. Analisando a questão salarial, percebeu-se um consenso, onde todas as avaliações apontaram para uma alteração positiva do respectivo componente. O subsistema inovado proporcionou uma melhoria da qualificação, onde os operadores passaram naturalmente a receber melhores salários.

O componente mais representativo em termos de impacto foi a oferta de empregos (Quadro 13a). O Saldo total de impacto mostrou-se negativo na maioria das avaliações (Quadros 13a e 13b), mostrando, no contexto global, que o processo de inovação não favoreceu os aspectos sociais relacionados ao indicador em questão.

4.1.1.7. Saúde

Este indicador foi analisado por meio dos seguintes componentes: riscos de acidentes, perda das condições ergonômicas e geração de resíduos.

O processo de inovação tecnológica proporcionou redução significativa dos respectivos componentes (Quadros 14a, 14b e 14c). Os riscos de acidentes foram minimizados em virtude da substituição do corte semimecanizado pelo corte mecanizado. Neste novo cenário, o operador deixou de atuar diretamente nas frentes de trabalho, passando a realizar suas funções dentro de cabines fechadas, fatores estes responsáveis pela redução do número de acidentes. As condições ergonômicas também apresentaram melhorias com processo de inovação. A criação de novos postos de trabalho dentro de cabines, bem como a diminuição do esforço físico nas atividades, potencializou o respectivo componente.

A inovação tecnológica proporcionou ainda um outro aspecto positivo, relacionado a redução da quantidade de lixo gerado nos projetos florestais. A atividade semimecanizada contempla um maior contingente de trabalhadores nas áreas de corte, contribuindo, assim, com maior produção de lixo nestes ambientes.

A inovação tecnológica em estudo promoveu um saldo positivo de impacto em relação ao indicador saúde nas três avaliações (Quadros 14a; 14b e 14c), consolidando portanto, como um aspecto favorável em termos ambientais, para o indicador em questão.

4.1.1.8. Paisagismo

O indicador paisagismo foi composto pelos seguintes componentes: depreciação da paisagem pela remoção da floresta, depreciação visual pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão e exposição do solo no processo de extração. A depreciação da paisagem foi avaliada com relação a distribuição espacial das áreas colhidas. Nos sistemas altamente mecanizados torna-se economicamente mais difícil contemplar o corte em mosaico, ou seja, atenuar os impactos visuais da colheita. Isto pode ser explicado pelo alto custo envolvido nas operações mecanizadas, assim, a nova logística para redistribuição espacial de máquinas nas áreas de corte resultaria em perdas consideráveis de produção. Neste contexto, o subsistema inovado mostrou-se desfavorável com relação ao referido componente, apresentando um moderado aumento em duas avaliações (Quadros 15a e 15c).

Quando se avaliou o aspecto paisagístico pela distribuição da madeira e dos restos vegetais no talhão, percebeu-se também aumento dos impactos negativos em virtude do processo de inovação (Quadros 15a e 15c). A exposição do solo pelo processo de extração é um outro fator que afeta a qualidade paisagística das áreas florestais. Quando da adoção do subsistema inovado, houve um agravante neste aspecto em virtude da mudança do sistema de toras curtas para o sistema de toras compridas. Este componente foi inclusive o que apresentou maior coeficiente de impacto (Quadro 15c). O processo de inovação em questão proporcionou, em relação ao aspecto paisagístico, aumento dos danos ambientais, com destaque em umas das avaliações onde o saldo total de impacto foi de -5,72 (Quadro 15c).

4.1.1.9. Gestão

Este indicador foi avaliado mediante os seguintes parâmetros: produtividade, redução do custo de produção, qualidade de vida e treinamento. Foi observada grande alteração da produtividade no subsistema inovado, sendo este resultado comum as três repetições (Quadros 16a; 16b e 16c). Isto ocorreu em virtude do melhor rendimento do *Feller Buncher* em relação ao sistema semimecanizado.

O aumento da produtividade no corte (derrubada) trouxe, por consequência, redução do custo de produção (Quadros 16a; 16b e 16c). Um outro aspecto positivo no subsistema inovado foi a melhoria da qualidade de vida, podendo ser explicado pelos avanços ergonômicos, bem como pelo aumento de salário nas atividades mecanizadas (Quadros 16a; 16b e 16c). Com relação ao treinamento, percebeu-se também alteração positiva quando da adoção do subsistema *Feller Buncher + Clambunk Skidder*. As operações mecanizadas requerem maior grau de treinamento, como forma de se obter o máximo de produção e, ao mesmo tempo, compatibilizar os altos custos operacionais.

Os quatro componentes apresentaram, em pelo menos uma das repetições, alteração significativa quando da adoção do processo de inovação. O saldo total de impacto mostrou valores expressivos, uma vez que todos os componentes foram normalizados em relação a escala de ocorrência máxima

(impacto no entorno). Isto ocorreu pelo fato dos respectivos componentes estarem restritos ao âmbito pontual. A inovação em questão proporcionou impactos positivos para todos componentes, promovendo portanto melhorias para o respectivo indicador (Quadros 16a, 16b e 16c).

4.1.1.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Forwarder (antes da inovação) VS Feller Buncher + Clambunk Skidder (após inovação)

Os maiores saldos positivo e negativo de impacto foram observados para os indicadores gestão e paisagismo, respectivamente (Figura 15c). De acordo com a média das três avaliações (Figura 11), dois indicadores apresentaram saldo total de impacto positivo (saúde e gestão); seis mostraram saldo total de impacto negativo (atmosfera, solo, flora, fauna, emprego e paisagismo), sendo observado ainda um quadro inalterado para o indicador água.

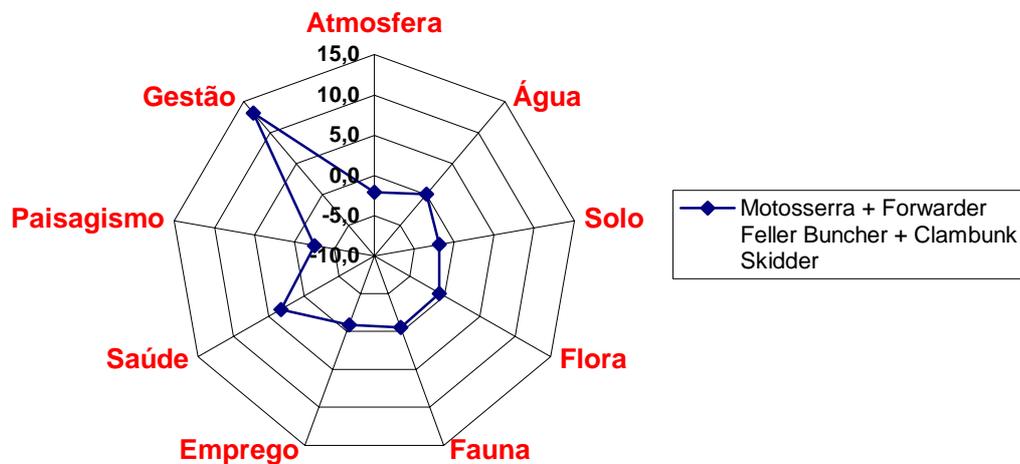


Figura 11 - Coeficiente médio de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

O resultado do Quadro 4 ilustra o índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal, para o caso em estudo.

Quadro 4 - Ponderação dos indicadores e expressão do índice geral de impacto ambiental (médio) da inovação tecnológica na colheita florestal - Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) + *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder* (após inovação)

Indicador de Impacto ambiental	Peso do indicador (a)	Coefficiente de impacto médio (b)	Índice de impacto (a x b)
Atmosfera	0,05	-2,06	-0,10
Solo	0,13	-1,83	-0,24
Água	0,14	0,00	0,00
Flora	0,12	-0,76	-0,09
Fauna	0,12	-0,56	-0,07
Emprego	0,13	-0,92	-0,12
Saúde	0,14	3,28	0,46
Paisagismo	0,05	-2,57	-0,13
Gestão	0,12	13,17	1,58
Averiguação da ponderação 1	Índice geral médio de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal: 1,29*		1,29

(a) - valores obtidos em função do grau de importância dos indicadores.

* Valor compreendido numa escala de -15 a + 15.

4.1.2. Motosserra + Tombo Manual (antes da inovação) VS Motosserra + Cabo aéreo (após inovação)

A mudança do subsistema tradicional para o subsistema inovado proporcionou alterações apenas na extração. A madeira deixou de ser removida do talhão em forma de toretes (método manual), passando a ser extraída em forma de toras compridas (cabo aéreo). Houve portanto mudança do sistema de colheita, o que trouxe alterações ambientais nos aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Serão descritas a seguir as referidas alterações para os indicadores referenciados na Figura 10.

4.1.2.1. Atmosfera

Este indicador foi composto pelos seguintes componentes: gases de efeito estufa, material particulado, ruído e odores. Os gases de efeito estufa apresentaram aumento moderado quando da mudança do subsistema tradicional para o subsistema inovado. Isto ocorreu em virtude da queima de combustível fóssil na operação de extração, o que passou a ser uma realidade com adoção do cabo aéreo (Quadros 17a e 17c). O material particulado apresentou moderado aumento em uma das repetições, quando da adoção do

processo de inovação (Quadro 17c). Isto pode estar atrelado ao fato da extração com cabo aéreo ter ocorrido com a madeira parcialmente suspensa, o que pode ter proporcionando a suspensão de particulados.

O ruído também foi analisado, sendo observado, nas três avaliações, um moderado aumento para o subsistema inovado (Quadros 17a, 17b e 17c). O subsistema tradicional não contemplou operações mecanizadas na extração, favorecendo dessa forma aumento do referido componente no subsistema Motosserra + Cabo Aéreo. Avaliou-se também a geração de odores nas atividades, onde foi constatado, em uma das repetições, moderado aumento em relação ao subsistema inovado (Quadro 17a).

O saldo total de impacto mostrou-se negativo nas três avaliações, indicando que o processo de inovação em estudo não proporcionou resultados satisfatórios em termos ambientais para o indicador atmosfera.

4.1.2.2. Solo

O indicador solo foi analisado mediante os seguintes parâmetros: erosão, compactação, exportação de nutrientes e perda de matéria orgânica. Os componentes “erosão” e “perda de matéria orgânica” mostraram moderado aumento no subsistema inovado (Quadros 18a e 18b). Isto provavelmente ocorreu pelo fato da extração de madeira com o cabo aéreo ter sido realizada em contato com o solo. Este processo proporciona a desagregação do horizonte orgânico, com conseqüente agravamento dos processos erosivos. A compactação apresentou moderado aumento em uma das avaliações, quando da adoção do subsistema motosserra + cabo aéreo (Quadro 18b). Esta pequena alteração se deve ao fato de não ter havido mudanças com relação a entrada de máquinas no talhões, o que neste caso poderia alterar de forma mais expressiva o referido componente.

A exportação de nutrientes foi outro componente avaliado neste processo, com alteração positiva, em nível moderado, em uma das avaliações (Quadro 18a). A mudança do sistema de toras curtas para o sistema de toras compridas, em decorrência da inovação tecnológica, fez com que a madeira deixasse de ser processada na área de corte, favorecendo portanto o aumento do respectivo componente.

Os componentes deste indicador não apresentaram alteração expressiva com o processo de inovação, porém, o saldo total de impacto mostrou-se bastante evidente, o que ocorreu em virtude da normalização dos respectivos componentes em relação a escala de ocorrência (impacto pontual para impacto no entorno).

4.1.2.3. Água

Este indicador foi composto pelos seguintes componentes: turbidez, assoreamento e redução da vazão. Estes não mostraram grandes alterações quando da adoção do processo de inovação tecnológica (Quadros 19a; 19b e 19c). A pouca expressividade neste caso foi reflexo das pequenas alterações no indicador solo, mais especificamente, para os componentes “compactação” e “erosão”. Os impactos relacionados ao solo repercutiram de forma indireta nos corpos hídricos.

O coeficiente de impacto mais expressivo esteve relacionado ao componente assoreamento. Este obteve ponderação máxima em termos de escala de ocorrência, bem como boa representatividade em relação ao fator de importância (Quadros 19a; 19b e 19c). O saldo total de impacto mostrou-se positivo na maioria das avaliações, indicando portanto, que o processo de inovação promoveu melhorias de cunho ambiental para o indicador em questão.

4.1.2.4. Flora

O indicador flora foi avaliado de acordo com os seguintes componentes: danos a vegetação de sub-bosque, danos a vegetação plantada, danos a floresta de reserva legal e danos as florestas de preservação permanente. A vegetação presente nos talhões (plantada e de sub-bosque) sofreu um adicional de impacto, quando da extração de madeira com o cabo aéreo (subsistema inovado). Esta operação, se realizada em contato com o solo, proporciona danos à vegetação presente nas áreas de corte. No estudo em questão, estes danos foram representados pelo aumento moderado dos referidos componentes (Quadro 20a).

Em contrapartida percebeu-se, em uma das avaliações, uma redução moderada dos impactos, para os referidos componentes, pela adoção do subsistema inovado (Quadro 20c). De acordo com esta nova análise, o tombo da madeira na área de corte proporcionaria danos mais expressivos a vegetação presente nos talhões, quando comparado ao sistema de cabo aéreo. Os impactos inerentes à vegetação de reserva legal e de preservação permanente também apresentaram resultados divergentes neste processo de inovação. A análise foi fundamentada nas seguintes versões: O tombo manual da madeira poderia afetar as áreas periféricas dos talhões (bordas), de forma mais expressiva em relação ao cabo aéreo. Por um outro lado, tem-se também danos relacionados a remoção de galhos e de algumas espécies vegetais, quando da definição do traçado para escoamento da madeira através do sistema de cabos.

O saldo total de impacto apresentou valores positivo (Quadro 20c) e negativo (Quadro 20a), sendo observado saldo igual a zero em uma das repetições, onde todos componentes mantiveram inalterados (Quadro 20b).

4.1.2.5. Fauna

Este indicador foi avaliado mediante os danos relacionados a fauna terrestre (vertebrados e invertebrados) e fauna aquática. O coeficiente de alteração apresentou valores positivo e negativo em relação aos invertebrados, quando da adoção do subsistema inovado. De acordo com a primeira versão, a extração da madeira em contato com o solo, através do sistema de cabo aéreo, acaba gerando um adicional de impacto em relação ao sub-bosque, quando comparado ao sistema de tombo manual (Quadro 21a).

Analisando a segunda versão, houve uma redução dos danos ambientais no subsistema inovado (motosserra + cabo aéreo), ou melhor, um adicional de impacto pela extração através do tombamento manual. Isto pode estar relacionado com a maior intervenção antrópica na área de corte, bem como o próprio processo de retirada de madeira que, neste caso, acaba proporcionando maior superfície de contato com a vegetação de sub-bosque quando comparado ao sistema de cabo aéreo (Quadro 21c). Percebeu-se em uma das avaliações, significativa redução dos danos a fauna aquática pelo

processo de inovação (Quadro 21c). A fauna terrestre (vertebrados) foi o único componente a não apresentar alteração em todas as avaliações (Quadros 21a; 21b e 21c).

Com a adoção do subsistema inovado, o indicador em questão mostrou saldo total de impacto positivo e negativo, sendo, em uma das repetições, observado um saldo igual a zero (Quadro 21b).

4.1.2.6. Emprego

O indicador emprego foi avaliado com base nos seguintes componentes: qualificação; oferta de emprego; redução da terceirização e salário. A qualificação apresentou moderado aumento quando da adoção do subsistema inovado, sendo esta alteração acompanhada da melhoria de salários (Quadros 22a, 22b e 22c). A construção das torres, bem como o próprio processo de extração através de cabos aéreos, exigem técnicas e conhecimentos mais apurados quando comparado ao rústico sistema de extração manual. Pelo fato de ser mais produtivo e exigir um menor contingente de mão-de-obra na extração, o sistema inovado acabou proporcionando uma redução moderada na oferta de empregos (Quadros 22a, 22b e 22c).

A terceirização apresentou, em uma das avaliações, aumento moderado quando da adoção de sistema de cabo aéreo (Quadro 22a). Isto pode estar relacionado com a equipe externa envolvida no processo de instalação e/ou manutenção dos cabos aéreos. Em contrapartida, houve também uma avaliação onde se constatou uma redução moderada do respectivo componente (Quadro 22b). A inovação tecnológica, pela adoção do sistema de cabo aéreo, pode ter proporcionado uma redução da mão-de-obra terceirizada relacionada ao processo de extração manual.

Os coeficientes de impacto apresentaram mais expressivos para os componentes “redução da terceirização” e “oferta empregos”, o que pode ser explicado pelo fato dos mesmos terem sido ponderados em relação ao maior nível de abrangência (impacto no entorno).

4.1.2.7. Saúde

Os componentes avaliados no indicador saúde foram: riscos de acidentes, perdas das condições ergonômicas e geração de resíduos. Os riscos de acidentes apresentaram grande redução quando da adoção do sistema de cabo aéreo na extração. A extração pelo tombo manual, além de contemplar um maior contingente de mão-de-obra, acaba condicionando os operadores uma situação mais crítica em relação a ocorrência de acidentes. As condições ergonômicas mostraram altamente favoráveis em relação ao subsistema inovado (Quadros 23a; 23b e 23c). A diminuição do número de pessoas envolvidas na operação de extração, em razão da substituição do subsistema tradicional pelo inovado, proporcionou também uma redução da quantidade de lixo gerado nos projetos florestais (Quadros 23a e 23b).

A inovação tecnológica neste caso mostrou-se altamente favorável em termos sociais, sendo constatado um saldo de impacto positivo nas três avaliações (Quadros 23a; 23b e 23c).

4.1.2.8. Paisagismo

O paisagismo foi avaliado com base nos seguintes componentes: depreciação da paisagem pela remoção da floresta; depreciação visual pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão e exposição do solo no processo de extração. A depreciação da paisagem apresentou alteração positiva, de nível moderado, quando da adoção do subsistema motosserra + cabo aéreo (Quadro 24a). Isto pode ser explicado pela maior dificuldade de se realizar o corte em mosaico no subsistema em questão.

O corte em mosaico poderia atenuar o impacto visual da colheita, sendo o processo mais difícil de ser colocado em prática neste caso, em razão do alto custo envolvido no processo de montagem e desmontagem das torres para extração. Em contrapartida, a inovação com o sistema de cabo aéreo proporcionou grande redução do impacto relacionado a depreciação visual, causado pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão (Quadro 24a). Isto ocorreu pelo fato do tombo manual, sistema antes da inovação, favorecer uma disposição irregular da madeira durante o tombamento dos

toretas nas áreas de corte. A exposição do solo pelo processo de extração também apresentou redução em virtude da inovação tecnológica, mostrando, da mesma forma, melhoria da condição ambiental pela adoção do subsistema motosserra + cabo aéreo.

O saldo total de impacto manteve-se inalterado em duas avaliações, apresentando, em uma das repetições, um valor positivo (Quadro 24a).

4.1.2.9. Gestão

O indicador gestão foi avaliado de acordo com os seguintes parâmetros: produtividade, redução do custo de produção, qualidade de vida e treinamento. A produtividade apresentou aumento moderado quando da extração pelo cabo aéreo, aspecto este que favoreceu a redução do custo de produção (Quadros 25b e 25c). A melhoria na qualidade de vida foi reflexo das boas condições de trabalho (avanços ergonômicos) e salário, este último proporcionado pela qualificação profissional (Quadros 25a; 25b e 25c). O treinamento foi outro componente que mostrou alteração positiva com o processo de inovação, sendo inclusive, de grande expressividade em duas avaliações (Quadros 25a e 25b). Os componentes desse indicador, por estarem restritos ao âmbito pontual, foram normalizados em relação à escala de ocorrência mais abrangente (impacto no entorno).

Das três avaliações, duas apresentaram saldo total de impacto positivo indicando, portanto, que o processo de inovação contribuiu para melhoria das condições sociais em relação ao indicador em questão.

4.1.2.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Tombo Manual (antes da inovação) VS Motosserra + Cabo Aéreo (após inovação)

Os maiores saldos positivo e negativo de impacto foram observados para os indicadores gestão e solo, respectivamente (Figura 16b). De acordo com a média das três avaliações (Figura 12), cinco indicadores apresentaram saldo total de impacto positivo (água, fauna, saúde, paisagismo e gestão); três mostraram saldo total de impacto negativo (atmosfera, solo e emprego), sendo observado ainda um quadro inalterado para o indicador flora.

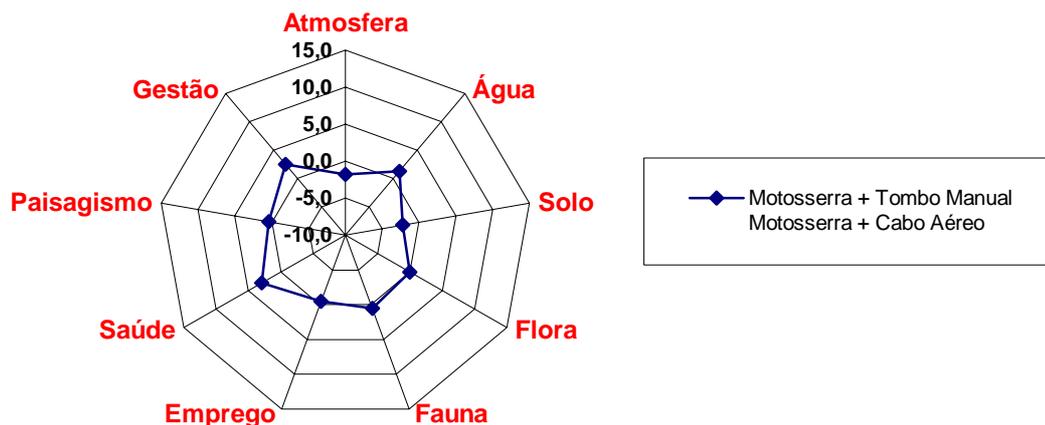


Figura 12 - Coeficiente médio de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

O resultado do Quadro 5 ilustra o índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal para o caso em estudo.

Quadro 5 - Ponderação dos indicadores e expressão do índice geral de impacto ambiental (médio) da inovação tecnológica na colheita florestal - Motosserra + Tombo manual (antes da inovação) Motosserra + Cabo Aéreo (após inovação)

Indicador de Impacto ambiental	Peso do indicador (a)	Coeficiente de impacto médio (b)	Índice de impacto (a x b)
Atmosfera	0,05	-1,79	-0,09
Solo	0,13	-2,20	-0,29
Água	0,14	1,20	0,17
Flora	0,12	0,00	0,00
Fauna	0,12	0,56	0,07
Emprego	0,13	-0,43	-0,05
Saúde	0,14	2,94	0,41
Paisagismo	0,05	0,41	0,02
Gestão	0,12	2,50	0,30
Averiguação da ponderação 1	Índice geral médio de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal: 0,54*		0,54

(a) - valores obtidos em função do grau de importância dos indicadores.

* Valor compreendido numa escala de -15 a +15.

4.1.3. Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) VS *Harvester* + *Forwarder* (após inovação)

O processo de inovação tecnológica em questão promoveu alterações somente na etapa de corte. As operações de derrubada, desgalhamento, destopamento e processamento deixaram de ser realizadas de forma

semimecanizada, passando, neste novo cenário, a serem executadas de forma mecanizada. Este processo trouxe alterações ambientais, sendo estas avaliadas dentro dos aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Será descrito a seguir as referidas alterações para os indicadores referenciados na Figura 10.

4.1.3.1. Atmosfera

Este indicador foi representado por quatro componentes básicos, sendo estes: gases de efeito estufa, material particulado, ruído e odores. Os gases de efeito estufa apresentaram alterações positiva e negativa, em nível moderado, quando da adoção do processo de inovação. Com relação a alteração negativa teve-se a seguinte explicação: O corte mecanizado é realizado por uma máquina que apresenta alto consumo de combustível, porém, seu bom desempenho em termos produtivos acaba compensando o trabalho de um grande número de motosserras (Quadro 26c). Neste caso deve-se ainda levar em consideração o fato das motosserras apresentarem maior potencial poluidor em relação a referida máquina de corte. Por um lado, a distribuição de peças, bem como serviços de manutenção e reparos exigidos no corte mecanizado, acabam intensificando o tráfego de veículos nas áreas florestais, tendo, por este ponto de vista, uma situação inversa (Quadro 26a).

O material particulado apresentou moderado aumento quando da adoção do subsistema inovado (Quadro 26a). Esta alteração pode ser explicada pelo tráfego do *Harvester* nos talhões, diferentemente do que ocorreu no subsistema tradicional, onde o corte foi realizado com auxílio de motosserras. Os níveis de ruído foram atenuados quando da adoção do corte mecanizado (Quadros 26b e 26c). Os odores mostraram, em uma das avaliações, mais perceptíveis no trabalho semimecanizado, o que pode ser explicado pelo fato dos operadores estarem diretamente expostos a frente de trabalho. O princípio de funcionamento das motosserras (motores dois tempos) podem também ter contribuído para o aumento do referido componente no subsistema motosserra + *Forwarder* (Quadro 26c).

O saldo total de impacto mostrou-se positivo na maioria das avaliações, com destaque em uma das repetições (Quadro 26c). Neste caso o componente mais abrangente foi o ruído, com um coeficiente de impacto de 3,30.

4.1.3.2. Solo

O solo foi avaliado mediante análise de quatro parâmetros, sendo estes: erosão, compactação, exportação de nutrientes e perda de matéria orgânica. A inovação tecnológica em estudo proporcionou, em uma das avaliações, moderado aumento da compactação e um grau mais expressivo para erosão (Quadro 27a). Isto ocorreu em virtude do próprio processo de mecanização, ou seja, mudança do corte semimecanizado para o corte mecanizado. Nas outras avaliações (Quadros 27b e 27c) percebeu-se poucas alterações para os referidos componentes, o que pode ser explicado pelos aparatos tecnológicos, favoráveis aos aspectos ambientais, como por exemplo, os tipos de rodados em tandem ou em esteira, utilizados para amenizar os efeitos da compactação e erosão do solo.

Um outro ponto que deve ser levado em consideração é o fato do *Harvester* conseguir distribuir os resíduos nas áreas de corte durante a operação, aspecto este que também pode contribuir para redução dos impactos sobre o solo. A exportação de nutrientes mostrou uma redução significativa em uma das avaliações (Quadro 27c). Isto pode ser explicado pelo fato do corte mecanizado com *Harvester* contemplar o descascamento no campo, minimizando dessa forma as perdas de nutrientes do sítio. A alteração neste caso tomou uma dimensão mais significativa, o que se deve ao fato das cascas serem detentoras de grande quantidade de nutrientes.

Com relação à perda de matéria orgânica do sistema solo, foi observado uma redução significativa em uma das repetições (Quadro 27c). Esta alteração pode estar relacionada com a melhor distribuição dos resíduos florestais nas áreas de corte, quando da operação mecanizada com o *Harvester*, o que neste caso poderia minimizar a perda de solo orgânico.

O saldo total de impacto mostrou-se expressivo em algumas avaliações (Quadro 27a e 27c), o que pode ser explicado em virtude da normalização dos componentes em relação a escala de ocorrência mais abrangente (impacto no entorno).

4.1.3.3. Água

Este indicador foi analisado de acordo com os seguintes componentes: turbidez, assoreamento e redução da vazão. Estes não apresentaram grandes alterações no subsistema inovado (Quadros 28a, 28b e 28c). Isto pode estar relacionado a pequena expressividade de alguns componentes referentes ao indicador solo, principalmente no que diz respeito a compactação e erosão.

O saldo total de impacto apresentou valor negativo em uma das avaliações (Quadro 28a), indicando neste caso que o processo de inovação em estudo não concretizou como um aspecto vantajoso, em termos ambientais, para o indicador em questão.

4.1.3.4. Flora

A flora foi analisada em relação aos danos a vegetação do sub-bosque; danos a vegetação plantada; danos a floresta de preservação permanente e danos a floresta de reserva legal. A vegetação presente dentro dos talhões (sub-bosque e plantada) apresentou grande alteração positiva em uma das repetições (Quadro 29a), quando da adoção do subsistema inovado (*Harvester + Forwarder*). O tráfego do *Harvester* nas áreas de corte causa um adicional de danos a estes tipos de vegetação, em relação à operação semimecanizada. Embora tenha apresentado grande expressividade nesta repetição (Quadro 29a), estes componentes mostraram-se inalterados nas outras avaliações (Quadros 29b e 29c). Os danos observados fora das áreas de plantio (floresta de reserva legal e de preservação permanente), foram significativamente atenuados quando da adoção do sistema mecanizado no corte (Quadro 29c). Esta operação reduziu a atividade antrópica envolvida no corte semimecanizado, preservando de forma mais eficiente às florestas presentes no entorno.

O saldo total de impacto apresentou valores positivo e negativo, sendo observado coeficiente máximo de alteração para todos componentes (Quadros 29a e 29c).

4.1.3.5. Fauna

Este indicador foi avaliado levando-se em consideração os danos inerentes a fauna terrestre, incluindo os vertebrados e invertebrados, bem como aqueles relacionados a fauna aquática. Com relação aos vertebrados, não foi diagnosticada nenhuma alteração pela adoção do subsistema inovado (Quadros 30a, 30b e 30c). Já os invertebrados mostraram alterações positiva e negativa, em nível moderado, em virtude do processo de inovação (Quadros 30a e 30c). O trânsito de máquinas nas operações de corte acarreta danos ao sub-bosque, com reflexos indiretos sob os componentes bióticos da fauna terrestre (invertebrados), os quais necessitam dessa vegetação como fonte de alimento, abrigo e nidificação (Quadro 30a).

Analisando por um outro lado, a pequena intervenção antrópica nos talhões, em virtude da adoção do processo mecanizado, pode ter contribuído para minimização dos referidos danos em relação aos invertebrados (Quadro 30c). Os danos a fauna aquática foram moderadamente superiores quando da adoção do processo de inovação tecnológica em questão (Quadro 30c). O grau mais intenso de máquinas, contemplado pela inovação, afetou de forma mais expressiva a vazão (pelo aumento da compactação), impactando de forma indireta os componentes bióticos da fauna aquática.

O saldo total de impacto apresentou-se negativo em duas avaliações, indicando no entanto que o processo de inovação em estudo não consolidou como uma medida ambientalmente correta para o indicador em questão.

4.1.3.6. Emprego

O indicador emprego foi composto pelos seguintes componentes: qualificação; oferta de empregos; redução da terceirização e salário. A qualificação mostrou uma alteração positiva em todas as avaliações, destacando inclusive com grau máximo em uma das repetições (Quadro 31c). A inovação tecnológica no processo de corte (Motosserra para *Harvester*) fez com a empresa buscasse operadores mais qualificados, haja vista o grau de detalhamento e exigência da alta produtividade nas operações mecanizadas. Com este processo de inovação, passou-se inclusive a exigir dos operadores

noções básicas de inglês, para melhor compreensão dos comandos da máquina.

Avaliando a questão do emprego, percebeu-se uma retração, sendo esta perceptível em todas avaliações (Quadros 31a; 31b e 31c). Isto pode ser explicado pela alta produtividade do *Harvester* em relação ao trabalho semimecanizado. A terceirização mostrou alterações positiva e negativa, em nível moderado (Quadros 31a; 31b e 31c). O sistema mecanizado acaba por exigir alguns serviços relacionados a operação, os quais muitas vezes são realizados por empresas terceirizadas, como por exemplo, o serviço de manutenção de máquinas, treinamentos, cursos de capacitação, dentre outros (Quadros 31b e 31c). Este aspecto apresenta um outro ponto de vista, sobretudo, naqueles casos em que se tem mão-de-obra terceirizada no corte semimecanizado, onde o referido processo de inovação acaba proporcionando um efeito contrário (Quadro 31a).

Com relação ao salário, houve uma alteração positiva em todas avaliações. Isto foi reflexo do melhor nível de qualificação dos operadores e também pelo ganho em relação a produtividade, o qual acaba sendo mais expressivo em relação a operação semimecanizada.

O saldo total de impacto mostrou-se negativo na maioria das avaliações, o que pode ser explicado em virtude da expressiva retração em relação ao componente emprego (Quadros 31a e 31c).

4.1.3.7. Saúde

Este indicador foi representado pelos seguintes componentes: riscos de acidentes; perda das condições ergonômicas e geração de resíduos. Os acidentes foram minimizados com o processo de inovação tecnológica, sendo este aspecto observado nas três avaliações (Quadros 32a; 32b e 32c). Os operadores deixaram de atuar diretamente nas frentes de trabalho (corte semimecanizado) para operar dentro de cabines (corte mecanizado), fato este que contribuiu para redução dos índices de acidentes.

Neste novo cenário as operações passaram a ser realizadas de forma menos dispendiosa e de maneira mais confortável, com operadores dentro de cabines aclimatadas e livres das intempéries, o que proporcionou melhorias

das condições ergonômicas (Quadros 32a; 32b e 32c). Vale ressaltar que este processo de inovação reduziu o esforço físico nas atividades, porém, sobrecarregou outros aspectos ergonômicos retratados na ergonomia cognitiva, tais como raciocínio, concentração, reflexos, dentre outros. Com relação a geração de resíduos, a maioria das avaliações contemplaram uma redução expressiva quando da substituição do corte semimecanizado para o corte mecanizado (Quadros 32a e 32b).

Os componentes avaliados apresentaram grande expressividade com relação ao coeficiente de alteração (Quadros 32a; 32b e 32c). O saldo total de impacto mostrou-se positivo em todas as avaliações, indicando que o processo de inovação contribuiu de forma decisiva para melhoria das condições sociais relacionadas ao indicador em questão.

4.1.3.8. Paisagismo

O paisagismo foi representado pelos seguintes componentes: depreciação da paisagem pela remoção da floresta, depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão) e exposição do solo no processo de extração.

A inovação tecnológica proporcionou aumento moderado da depreciação da paisagem (Quadros 33a e 33c). Isto ocorreu em virtude da maior dificuldade de se realizar o corte em mosaico quando da utilização do *Harvester*. O corte em mosaico tem a função de atenuar o impacto visual da colheita, assim, sendo o processo mecanizado, torna-se mais difícil de se colocar esta situação em prática, dada a redução da eficiência operacional e o aumento expressivo dos custos. Analisando a depreciação visual causada pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão, percebeu-se uma alteração negativa, em nível moderado, em uma das avaliações (Quadro 33a).

A exposição do solo, relacionada a operação de extração, não mostrou alteração em nenhuma das repetições. Isto se deve ao fato do processo de inovação em estudo não ter contemplado mudanças na atividade de extração. O saldo total de impacto apresentou-se negativo em duas avaliações (Quadros 33a e 33c), indicando que a substituição do corte semimecanizado pelo

mecanizado não promoveu melhorias ambientais em relação ao aspecto paisagístico.

4.1.3.9. Gestão

Este indicador foi representado pelos seguintes componentes: produtividade, redução do custo de produção, qualidade de vida e treinamento. A produtividade apresentou aumento expressivo em todas as avaliações, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 34a; 34b e 34c). A mudança do corte semimecanizado para o sistema mecanizado potencializou o processo produtivo, trazendo conseqüentemente a redução do custo de produção (Quadro 34b e 34c). A qualidade de vida e o treinamento sofreram também aumentos significativos em virtude da inovação (Quadros 34a; 34b e 34c). O primeiro caso esteve relacionado com a melhoria de salários e das condições ergonômicas, já o segundo, com a necessidade de se conseguir uma produtividade compatível com o tipo de maquinário adotado no corte, como forma de se reduzir o custo de produção.

O saldo total de impacto mostrou valores expressivos nas três avaliações, o que pode ser explicado pela alteração significativa dos componentes, bem como pela normalização dos mesmos em relação a escala de ocorrência (impacto no entorno).

4.1.3.10. Avaliação geral de impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) VS *Harvester* + *Forwarder* (após inovação)

Os maiores saldos positivo e negativo de impacto foram observados para os indicadores gestão e solo, respectivamente (Figura 17a). De acordo com a média das três avaliações (Figura 13), quatro indicadores apresentaram saldo total de impacto positivo (atmosfera, flora, saúde e gestão) e cinco mostraram saldo total de impacto negativo (água, solo fauna, emprego e paisagismo).

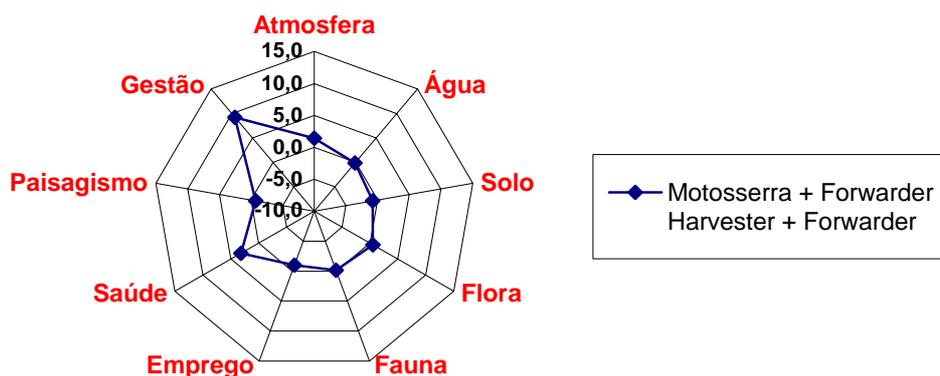


Figura 13 - Coeficiente médio de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

O resultado do Quadro 6 ilustra o índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal para o caso em estudo.

Quadro 6 - Ponderação dos indicadores e expressão do índice geral de impacto ambiental (médio) da inovação tecnológica na colheita florestal - Motosserra + *Forwarder* (antes da inovação) *Harvester* + *Forwarder* (após inovação)

Indicador de Impacto ambiental	Peso do indicador (a)	Coeficiente de impacto médio (b)	Índice de impacto (a x b)
Atmosfera	0,05	1,41	0,07
Solo	0,13	-0,78	-0,10
Água	0,14	-0,15	-0,02
Flora	0,12	0,54	0,06
Fauna	0,12	-0,19	-0,02
Emprego	0,13	-1,00	-0,13
Saúde	0,14	3,17	0,44
Paisagismo	0,05	-0,73	-0,04
Gestão	0,12	9,17	1,10
Averiguação da ponderação 1	Índice geral médio de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal: 1,36*		1,36

(a) - valores obtidos em função do grau de importância dos indicadores.

* Valor compreendido numa escala de -15 a +15

4.1.4. Motosserra + Guincho arrastador (antes da inovação) VS Motosserra + *Track Skidder* (após inovação)

O processo de inovação em questão promoveu mudanças apenas na operação de extração. O arraste esteve contemplado nos dois subsistemas avaliados, porém, antes da inovação a madeira foi extraída em forma de toretes e, após este processo, em forma de toras compridas. A inovação em estudo proporcionou alterações ambientais, sendo estas avaliadas dentro dos aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Será descrito a seguir as referidas alterações para os indicadores referenciados na Figura 10.

4.1.4.1. Atmosfera

A atmosfera foi avaliada mediante o estudo de quatro componentes, sendo estes: gases de efeito estufa, material particulado, ruído e odores. Os gases de efeito estufa apresentaram alterações positiva e negativa, em nível moderado, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 35a e 35c). Este componente manteve-se inalterado em uma das avaliações (Quadro 35b).

Com relação ao material particulado, foi constatada moderada redução em duas avaliações, quando da substituição do guincho arrastador pelo *Track Skidder* (Quadros 35a e 35c). O arraste das pilhas de madeira com guincho proporciona maior exposição do solo quando comparado ao *Track Skidder*, favorecendo conseqüentemente a emissão de maior quantidade de particulados para atmosfera. Os componentes “geração de ruídos” e “odores” também apresentaram moderada redução em virtude do processo de inovação.

O saldo total de impacto mostrou-se positivo nas três avaliações, sendo o componente ruído o mais expressivo em todas repetições. O processo de inovação em estudo promoveu portanto melhorias das condições ambientais em relação ao indicador atmosfera.

4.1.4.2. Solo

Este indicador foi composto pelos seguintes componentes: erosão, compactação, exportação de nutrientes e perda de matéria orgânica. A exposição do solo pelo arraste das pilhas de madeira, no subsistema

tradicional, fez com que este apresentasse um adicional de impacto em relação a erosão o que, conseqüentemente, refletiu na redução do respectivo componente quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 36a; 36b e 36c).

A compactação do solo apresentou aumento moderado em virtude do processo de inovação (Quadros 36a; 36b e 36c). O componente “exportação de nutrientes” também mostrou a mesma tendência, com moderado aumento no subsistema inovado (Quadros 36a e 36c). No subsistema tradicional (Motosserra + Guincho arrastador) a madeira foi processada dentro dos talhões, favorecendo portanto a manutenção dos nutrientes no sítio. Após a inovação (Motosserra + *Track Skidder*), a madeira passou a ser processada nas margens das estradas, o que potencializou as perdas de nutrientes. A perda de matéria orgânica do solo reduziu moderadamente quando da adoção do subsistema inovado, sendo esta alteração observada em duas avaliações (Quadros 36b e 36c). Isto significa dizer que o subsistema tradicional apresentou um adicional de impacto em relação a este componente. A explicação neste caso estaria relacionada a exposição do solo durante o arraste dos toretes com o guincho arrastador.

A erosão foi o componente de maior evidência nesta avaliação, o que ocorreu em virtude de sua ponderação significativa em relação ao fator de importância (-0,43). O saldo total de impacto mostrou-se positivo na maioria das avaliações, porém, os valores não foram expressivos (Quadros 36b e 36c).

4.1.4.3. Água

Este indicador foi avaliado mediante os seguintes parâmetros: turbidez; assoreamento e vazão. A turbidez e o assoreamento apresentaram redução quando da adoção do subsistema inovado, mostrando a extração com o Guincho, um adicional de impacto em relação os referidos componentes (Quadros 37a, 37b e 37c). Nesta operação a exposição do solo se torna mais evidente quando comparada ao arraste com *Track Skidder*, favorecendo de maneira mais ativa a ocorrência de impactos indiretos sobre os corpos hídricos. O maior efeito da compactação no subsistema inovado fez com que este

apresentasse também um adicional de impacto em relação à vazão (Quadros 37a e 37c).

O componente que apresentou maior coeficiente de alteração foi o assoreamento. Este aspecto proporcionou inclusive coeficiente de impacto bastante expressivo em duas avaliações (Quadros 37a e 37c). O saldo total de impacto mostrou-se positivo nas três repetições, indicando que o processo de inovação em estudo contribuiu para melhoria dos aspectos ambientais relacionados ao indicador em questão.

4.1.4.4. Flora

A flora foi analisada com base nos danos a vegetação do sub-bosque, vegetação plantada, floresta de preservação permanente e floresta de reserva legal. Os danos inerentes à vegetação presente nos talhões (sub-bosque e plantada) e no entorno (floresta de reserva legal e de preservação permanente) apresentaram alterações positivas em duas avaliações, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 38a e 38c). A inovação tecnológica proporcionou portanto aumento dos danos ambientais em relação vegetação avaliada, o que pode ser constatado pelos saldos negativos de impacto (Quadros 38a e 38c).

4.1.4.5. Fauna

Este indicador foi analisado com base nos danos inerentes a fauna terrestre (vertebrados e invertebrados), bem como aqueles relacionados a fauna aquática. Duas avaliações mostraram alterações positivas para todos componentes, em nível moderado, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 39a e 39c). Em uma das repetições, todos componentes mantiveram inalterados, resultando saldo total de impacto igual a zero (Quadro 39b). A substituição do subsistema tradicional (motosserra + guincho arrastador) pelo inovado (motosserra + *Track Skidder*) proporcionou, na maioria das avaliações, um saldo total de impacto negativo, mostrando portanto que a referida mudança não trouxe melhorias ambientais em relação ao indicador em questão.

4.1.4.6. Emprego

O indicador emprego foi composto pelos seguintes componentes: qualificação; oferta de empregos; redução da terceirização e salário. A qualificação e o salário mostraram alterações positivas em todas as avaliações (Quadros 40a; 40b e 40c). A inovação tecnológica no processo de arraste (Guincho Arrastador para *Track Skidder*), fez com a empresa buscase operadores com maior nível de instrução para realização da referida operação, o que possibilitou melhorias não apenas na qualificação profissional, mas também em relação a remuneração.

A oferta de empregos apresentou moderada retração em todas as avaliações (Quadros 40a; 40b e 40c). Isto ocorreu em virtude do *Track Skidder* exigir menor contingente de mão-de-obra na operação de arraste em relação ao Guincho Arrastador. A redução da terceirização mostrou aumento moderado nas três repetições. Neste caso, obteve-se coeficiente de impacto mais expressivo, dado a ponderação obtida pelo respectivo componente em relação a escala de ocorrência (Quadros 40a; 40b e 40c).

O saldo total de impacto apresentou valores positivos nas três avaliações, mostrando portanto que o processo de inovação trouxe benefícios de cunho social relacionados ao indicador em questão.

4.1.4.7. Saúde

O indicador saúde foi analisado com relação aos riscos de acidentes, perda das condições ergonômicas e geração de resíduos. Os riscos de acidentes apresentaram redução em duas avaliações, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 41a e 41b). A redução do número de acidentes esteve relacionada com a diminuição do número de operadores na extração (substituição do Guincho Arrastador pelo *Track Skidder*).

Deve-se ainda levar em consideração os problemas inerentes a extração com o Guincho Arrastador, já que neste caso os operadores têm que descer terrenos acidentados para fazer o engate dos cabos as pilhas de madeira, aspecto este que potencializa os riscos de acidentes. Com o processo de inovação, as operações passaram também a ser realizadas de forma menos

dispendiosa. Os operadores ficaram ainda livres dos gases e poeiras, uma vez que o *Track Skidder* apresenta cabines fechadas, diferentemente do que é observado no trator agrícola utilizado no guinchamento. Este novo cenário proporcionou portanto avanços nos aspectos ergonômicos (Quadros 41a , 41b e 41c). Com relação à geração de resíduos, não houve grandes alterações quando da adoção do subsistema inovado.

O saldo total de impacto mostrou-se positivo na maioria das avaliações, retratando, no contexto geral, melhorias para o respectivo indicador quando da adoção do subsistema inovado.

4.1.4.8. Paisagismo

O paisagismo foi avaliado mediante estudo dos seguintes componentes: depreciação da paisagem pela remoção da floresta, depreciação visual pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão e exposição do solo no processo de extração. A depreciação da paisagem apresentou redução em duas avaliações, quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 42a e 42b). No subsistema tradicional a madeira é guinchada para as partes mais altas do terreno, favorecendo assim a depreciação do aspecto paisagístico.

No caso da extração com o *Track Skidder*, a madeira pode ser arrastada para as áreas de baixada, o que proporciona a minimização dos referidos danos. A depreciação visual, causada pela disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão, apresentou grande redução em uma das avaliações (Quadro 42b). O feixe de toras compridas deixadas nos talhões, para extração com o *Track Skidder*, acabou proporcionando uma melhor qualidade visual quando comparada os feixes de toretes deixados nas áreas de corte para extração com o guincho arrastador.

A exposição do solo, pelo processo de extração, mostrou alteração positiva (Quadro 42b) e negativa (Quadro 42a), quando da adoção do subsistema inovado. Por um lado têm-se os fortes danos ao solo pelo arraste dos feixes de toretes e, por outro, os impactos relacionados ao tráfego de máquinas para extração dos feixes de toras compridas (*Track Skidder*).

O saldo total de impacto mostrou-se positivo em duas avaliações, com o coeficiente de alteração atingindo nota máxima em todos componentes, em uma das repetições (Quadro 42b). Analisando, portanto, no contexto geral, pode-se dizer que o processo de inovação contribuiu para melhoria dos aspectos paisagísticos.

4.1.4.9. Gestão

Este indicador foi avaliado com base nos seguintes componentes: produtividade, redução do custo de produção, qualidade de vida e treinamento.

A produtividade apresentou aumento moderado quando da adoção do subsistema inovado (Quadros 43a e 43c). A redução da mão-de-obra, em virtude do processo de inovação, acabou proporcionando a diminuição do custo de produção (Quadros 43a e 43b). A melhoria dos salários e das condições ergonômicas, retratadas na mudança do subsistema tradicional para o inovado, refletiu na qualidade de vida dos operadores (Quadros 43a, 43b e 43c). O treinamento apresentou também alteração positiva em virtude dessa mudança (Quadros 43a, 43b e 43c).

Embora os componentes tenham sido normalizados em relação à escala de ocorrência mais abrangente (impacto no entorno), o saldo total de impacto não apresentou valores expressivos (Quadros 43a, 43b e 43c).

4.1.4.10. Avaliação geral dos impactos ambientais da inovação tecnológica: Motosserra + Guincho Arrastador (antes da inovação) VS Motosserra + *Track Skidder* (após inovação)

Os maiores saldos positivo e negativo de impacto foram observados para os indicadores água (Figura 18a e 18c) e flora (Figura 18a), respectivamente.

De acordo com a média das três avaliações (Figura 14), sete indicadores apresentaram saldo total de impacto positivo (atmosfera, água, solo, emprego, saúde, paisagismo e gestão) e dois mostraram saldo total de impacto negativo (flora e fauna).

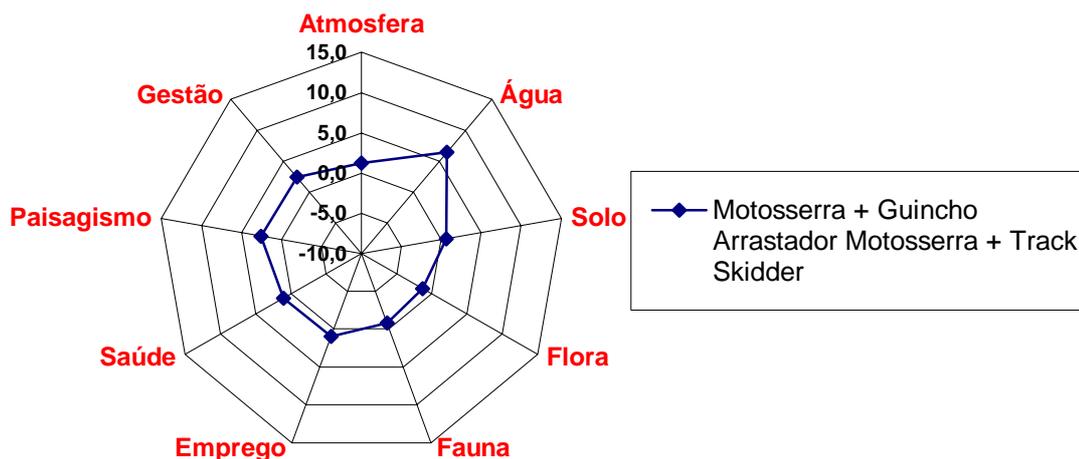


Figura 14 - Coeficiente médio de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

Os resultados do Quadro 7 ilustram o índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal para o caso em estudo.

Quadro 7 - Ponderação dos indicadores e expressão do índice geral de impacto ambiental (médio) da inovação tecnológica na colheita florestal - Motosserra + Guincho arrastador (antes da inovação) Motosserra + *Track Skidder* (após inovação)

Indicador de Impacto ambiental	Peso do indicador (a)	Coeficiente de impacto médio (b)	Índice de impacto (a x b)
Atmosfera	0,05	1,25	0,06
Solo	0,13	0,60	0,08
Água	0,14	6,36	0,89
Flora	0,12	-1,33	-0,16
Fauna	0,12	-0,85	-0,10
Emprego	0,13	0,92	0,12
Saúde	0,14	1,06	0,15
Paisagismo	0,05	2,47	0,12
Gestão	0,12	2,33	0,28
Averiguação da ponderação 1	Índice geral médio de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal: 1,44*		1,44

(a) - valores obtidos em função do grau de importância dos indicadores.

* Valor compreendido numa escala de -15 a +15

O índice geral médio de impacto ambiental para os quatro processos de inovação avaliados mostrou, portanto, os seguintes valores:

- Motosserra + Guincho arrastador em relação motosserra + *Track Skidder*: 1,44
- Motosserra + *Forwarder* em relação *Feller Buncher* + Clambunk Skidder: 1,29
- Motosserra + *Forwarder* em relação *Harvester* + *Forwarder*: 1,36
- Motosserra + Tombo Manual em relação Motosserra + Cabo Aéreo: 0,54

5. CONCLUSÕES

- O índice geral de impacto mostrou-se positivo para os quatro processos de inovação tecnológica em estudo.
- Os saldos médios de impacto ambiental, quando da mudança do subsistema Motosserra + *Forwarder* para *Feller Buncher* + *Clambunk Skidder*, mostraram-se condições ambientais favoráveis apenas para 33,33% dos indicadores analisados.
- Os saldos médios de impacto ambiental resultante do processo de inovação tecnológica, quando da mudança do subsistema Motosserra + Tombo manual para Motosserra + Cabo Aéreo, mostraram-se condições ambientais favoráveis (saldo de impacto positivo) para maioria dos indicadores avaliados.
- O baixo percentual de matrizes de ponderação com saldo de impacto inalterado refletiu a grande capacidade dos subsistemas inovados de promoverem mudanças ambientais.
- Os saldos expressivos de impacto ambiental para os indicadores gestão e solo foram proporcionados pelo ajuste em relação a escala de ocorrência (impacto pontual para impacto no entorno).
- A mudança do transporte primário para o arraste, quando do processo de inovação que contemplou a substituição do *Forwarder* pelo *Clambunk Skidder*,

proporcionou danos expressivos em relação aos componentes do indicador flora (vegetação de sub-bosque e vegetação plantada).

- A substituição do Guincho Arrastador pelo *Track Skidder* no processo de arraste proporcionou, em termos médios, melhorias ambientais em relação a 77,78% dos indicadores avaliados.
- Os processos de inovação tecnológica em estudo proporcionaram uma retração com relação a oferta de empregos, porém, houve alterações positivas relacionadas a melhorias de salários, bem como ganhos nos aspectos ergonômicos.
- O maior potencial produtivo dos subsistemas inovados proporcionou um impacto positivo em virtude da redução do custo por unidade produzida.
- O progresso tecnológico na atividade de colheita florestal contemplou algumas alterações de projetos nos maquinários voltadas à melhoria dos aspectos ambientais.
- O perfil impactante relatado neste trabalho não pode ser tomado como regra, podendo, para os mesmos subsistemas avaliados, apresentar outros resultados em função de novas realidades, seja esta o nível de experiência dos avaliadores, o grau de conhecimento sobre a temática ambiental dos mesmos, as condições topográficas diferenciadas ou mesmo o próprio grau de subjetividade implícito no método de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.K.L & FERREIRA, O.O. A avaliação da etapa de descasque de torretes de eucalipto para polpa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.1-12.1998.

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.

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

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 310p.

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 62-74, 2002.

CANTER, L. W. **Environmental Impact Assessment**. New York: McGraw-Hill, 1996. 660 p.

CARDOSO, M.N.M. Terceirização da colheita com responsabilidade sócio-ambiental. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 13, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. p.1-26.

CHANCELLOR, W.J. **Compaction of soil by agricultural equipment**. Davis: University of California, 1977. 53p. (Bulletin, 1881).

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

EQUIPE SUZANO BAHIA SUL. Dificuldades da manutenção mecânica de máquinas florestais frente às inovações tecnológicas - experiência da Bahia Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6, 2003, Belo Horizonte. **Anais...Viçosa-MG, SIF/UFV, 2003. p.19-26.**

FREITAS, L. C. **Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em plantios equiâneos de eucalipto.** Viçosa: UFV, 2004. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

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

IRIAS, L.J.M; RODRIGUES, G.S; CAMPANHOLA, C; KITAMURA, P.C; RODRIGUES, I; BUSCHINELLI,C. **Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas nos Segmentos Agropecuário, Produção Animal e Agroindústria (SISTEMA AMBITEC).** Jaguariúna, SP, Circular técnica, 5. 2004.

JACOVINE, L.A.G; MACHADO, C.C; SOUZA, A .P .; LEITE, H.G; MINETTI, L.J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.391-400, 2005.

JUNIOR, L.L.; ZAGONEL, R.; RIBEIRO, F.R. Responsabilidade social no contexto da colheita e transporte florestal: o caso da Aracruz Celulose S.A. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8, 2007, Uberlândia. **Anais...Viçosa-MG, SIF/UFV, 2007. p 41-52.**

LIMA, J.S.S. & LEITE, A.M.P. **Mecanização.** In: Colheita Florestal. Viçosa, U.F.V, 2008. p.43-65.

LEITE, A. M. P.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; MINETTI, L.M. Terceirização na colheita florestal brasileira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 2001, Porto Seguro. **Anais...Viçosa-MG, SIF/UFV, 2001. p.256-264.**

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.

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, S.E. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal.** Viçosa: UFV, 2007. 124 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

LUNDQVIST, R. Treinamento de operadores de máquinas florestais visando a redução de custos e proteção ambiental. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1996. p.127-132.

MACHADO, C. C., SILVA, E.N., PEREIRA, R.S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: **Colheita Florestal.** Viçosa, U.F.V, 2008. p.15-42. Viçosa, MG: UFV, 2008. 501 p.

MACHADO, C. C. **Operação de corte semimecanizado.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C.C. **Operação de extração de toretes com o Guincho TMO.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C.C. **Operação de extração de toretes com o Guincho TMO.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C.C. **Operação de extração de toras com o *Track Skidder*.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C.C. **Operação de extração de toretes com o Forwarder.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C. C. **Operação de extração manual dos toretes.** Visita técnica a Cenibra. 2003.

MACHADO, C. C. **Exploração Florestal - V Parte.** Viçosa, Imprensa Universitária, 1985. 15p.

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

MACHADO, C. C & LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

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

MACHADO, C.C.; S.A., IGNÁCIO; A.B., VALE & H.S., SOUZA JR. Efeito da extração de madeira com guincho arrastador na brotação do Eucalyptus alba. **Revista Árvore**, v.14, n.1, p. 55-60, 1990.

MALINOVSKI, J. R. Análise sistemática dos sistemas de exploração e transporte florestal. CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 5, 1984, Curitiba. **Anais...Curitiba: FUPEF**, 1984. p. 77-89.

MALINOVSKI, J. R. O estágio atual da exploração florestal no Brasil. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7, 1992, Curitiba. **Anais...Curitiba: UFPR/ FUPEF**, 1992. p.221-226.

MALINOVSKI, J. R.. **A evolução e os desafios da colheita de madeira no Brasil**. Revista Madeira, Curitiba, n. 51, 2000. p.70-72.

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

MENDONÇA FILHO, W.F., PEREIRA FILHO, L.P.A. Análise operacional de abate mecanizado. In.: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...Sociedade Brasileira de Silvicultura**, 1990. p.161-170.

MENEZES, J. F.; MAZIEIRO, J. V. G.; YAMASHITA, R. Y.; CORRÊA, I. M.; PASSARELA NETO, A.; FENZ, E.; MILAN, M. **Avaliação de características de visibilidade apresentadas por um grupo de tratores de rodas**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1985. 18 p.

MIYATA, E. S. **Determining fixed and operating costs of logging equipment**. [S.l.]: USDA Forest Service, 1980. 16 p. (General Technical Report, NC-55).

MOREIRA, F. L. A. G. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação.** 161 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

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

OREA, D. G. **Evaluación de impacto ambiental.** Madrid: Editorial Agricola Española, 1998. 260 p.

MURAKAMI, E. Operações de colheita de madeira e transporte RIGESA/MEADWESTVACO. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, FUPEF/UFPR, 2002. p.58-62.

OREA, D. G. **Evaluación de impacto ambiental.** Madrid: Editorial Agricola Española, 1998. 260 p.

PARISE, D. J & MALINOVSKI, J. R. Análises e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12, 2002, Curitiba. **Anais...**Curitiba, FUPEF/UFPR, 2002. p.78-109.

PARISE, D. J. **Influência dos requisitos pessoais especiais no desempenho de operadores de máquinas de colheita florestal de alta performance.** Curitiba: UFPR, 2005. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

PARISE, D. J. **Operação de extração de toras com o cabo aéreo.** Curitiba: UFPR, 2005. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

PINHEIRO, S. L. G. Alternativas para avaliação de impactos ambientais, sociais e regionais na análise de projetos de desenvolvimento. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 28, n. 1, p. 47-70, 1990.

PIRES, J.V.G. Colheita florestal em áreas montanhosas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, 1997, Vitória. **Anais...**Viçosa-MG, SIF/UFV, 1997. p.176-183.

POSSAMAI, E.; OYOLA, R.; RODRIGUES, L.G. Desafios tecnológicos na atividade de colheita florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6, 2003, Belo Horizonte. **Anais...Viçosa-MG, SIF/UFV, 2003. p.158-177.**

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

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. **A imagem do Brasil na mídia**. In: UIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C., (Ed.). Impacto agroambiental: perspectivas, problemas e prioridades. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1999. p. 85-94.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária: AMBITEC-AGRO**. JAGUARIÚNA, SP. 2003. 95p. (EMBRAPA Meio Ambiente - Documento 34).

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. In: **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2008. p.66-96.

SANTOS, G.S. Evolução dos "forwarders" e "harvesters" na mecanização florestal. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1, 1991, Belo Horizonte. **Anais... Viçosa-MG, SIF/UFV, 1991. p.127-142.**

Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. **Estudo de Impacto Ambiental - EIA, Relatório de Impacto Ambiental - RIMA: Manual de Orientação**. ISSN 0101-2623. São Paulo, 1992. 39 p.

SCOPEL, I. et al. Riscos de compactação do solo na produção florestal. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPOLRAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7, 1992, Curitiba. **Anais...Curitiba: FUPEF, 1992. p.172-193.**

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...Viçosa-MG, SIF/UFV, 1999. p.14-35.**

SEIXAS, F. **Compactação do solo devida à colheita de madeira.** Tese (livre docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2000, 75p.

SEIXAS, F & JUNIOR, E.D.O. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. **Scientia Forestalis** n. 60, p. 73-87. 2001.

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...Viçosa-MG, SIF/UFV,1995. p.14-27.**

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

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. C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "Feller-Buncher" utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, MG. v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J. **Ergonomia aplicada ao trabalho.** In: Colheita florestal. Viçosa, MG: UFV. p.293-310. 2002

SOUZA, A. P; MINETTI, L. J; SILVA, K.R. Desafios da ergonomia na colheita florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa-MG, SIF/UFV, 2003. p.217-232.

STOHR, G.W.D. **Importância e aplicação do estudo do trabalho.** In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 2, 1978, Curitiba: FUPEF, 1978. p.49-66.

TANAKA, O. K. **Exploração e transporte na cultura do eucalipto.** Informe Agropecuário, v. 12, n. 141, p. 24-30, 1986.

VIEIRA, L.B. **Curso de mecanização agrícola. Engenheiros mecânicos da Pirrell pneus S.A.** Viçosa, Minas Gerais, Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. 1998.143p.

WADOUSKI, L. H. Fatores determinantes da produtividade e dos custos na colheita de madeira. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS

DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 10, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1998. p. 77-84.

WADOUSKI, L. H. Atividades de colheita de madeira integradas com as normas para a certificação ambiental. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 11., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2000. p.73-80.

WATERLOO, M.J. **Water and nutrient dynamics of Pinus caribaea plantation forests on former grassland soil in Southwest viti Levu, Fiji.** Amsterdam: Vrije Universiteit, 1994, 476p.

WINTER, M. E. L & VIEIRA, G. A. Desafios da mecanização da colheita florestal em áreas montanhosas: a experiência da Cenibra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa-MG, SIF/UFV, 2003. p.233-241.

APÊNDICE A: MATRIZES DE PONDERAÇÃO

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		+3		+1	CI (Total)
Impacto Local	2			+3		
Impacto no Entorno	5	+1				
Coeficiente de Impacto (CI) =		- 0,90	- 0,51	- 3,30	- 0,10	- 4,81
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 8a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		0	CI (Total)
Impacto Local	2			+1		
Impacto no Entorno	5	0				
Coeficiente de Impacto (CI) =		0,00	0,00	-1,10	0,00	-1,10
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 8b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		+1		-1	CI (Total)
Impacto Local	2			+1		
Impacto no Entorno	5	-1				
Coeficiente de Impacto (CI) =		+ 0,90	- 0,17	- 1,10	+0,10	- 0,27
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 8c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Fatores de ponderação				CI (Total) -5,60	
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
	Impacto no Entorno	5				
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
	+1	+1	+3	0		
	-2,15	-1,35	-2,10	0,00		

Quadro 9a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Fatores de ponderação				CI (Total) -3,50	
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
	Impacto no Entorno	5				
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
	+1	+1	0	0		
	-2,15	-1,35	0,00	0,00		

Quadro 9b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Fatores de ponderação				CI (Total) +3,60	
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
	Impacto no Entorno	5				
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
	-1	-1	+1	-1		
	+2,15	+1,35	-0,70	+0,80		

Quadro 9c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2				
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5				
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	+1		0	
		+1		
				CI (Total)
Coefficiente de Impacto (CI) =	-0,48	-2,65	0,00	-3,13
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 10a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2				
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5				
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	0		0	
		0		
				CI (Total)
Coefficiente de Impacto (CI) =	0,00	0,00	0,00	0,00
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 10b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2				
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5				
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	-1		0	
		-1		
				CI (Total)
Coefficiente de Impacto (CI) =	+0,48	+2,65	0,00	+3,13
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 10c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00
	+3	+3			
		+1	-1		
				CI (Total)	
	-0,45	-0,57	-0,72	+0,60	-1,14

Fatores de ponderação

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coefficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 11a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00
	0	0			
		0	0		
				CI (Total)	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fatores de ponderação

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coefficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 11b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00
	+3	+3			
		+1	-1		
				CI (Total)	
	-0,45	-0,57	-0,72	+0,60	-1,14

Fatores de ponderação

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coefficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 11c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	
	-0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	0	+1		
			0	
				CI (Total)
Fatores de ponderação				
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual 1				
Impacto Local 2				
Impacto no Entorno 5				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	-0,40	0,00	- 0,40

Quadro 12a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	
	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	0	0		
			0	
				CI (Total)
Fatores de ponderação				
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual 1				
Impacto Local 2				
Impacto no Entorno 5				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 12b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	
	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	+1	+1		
			+1	
				CI (Total)
Fatores de ponderação				
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
Impacto Pontual 1				
Impacto Local 2				
Impacto no Entorno 5				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	-0,32	-0,40	-0,56	-1,28

Quadro 12c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação →	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1			+3	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		-3	-1			
Coefficiente de Impacto (CI) =	+0,30	-3,00	-1,15	+0,81	-3,04	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 13a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação →	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1			+1	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		-1	-1			
Coefficiente de Impacto (CI) =	+0,30	-1,00	-1,15	+0,27	-1,58	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 13b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação →	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+3			+3	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =	+0,90	-1,00	+1,15	+0,81	+1,86	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 13c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	- 0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			-1	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+1,32	+1,17	+0,34	+2,83	

Quadro 14a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			-3	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+1,32	+1,17	+1,02	+3,51	

Quadro 14b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			-3	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+1,32	+1,17	+1,02	+3,51	

Quadro 14c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação → Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5 Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
		+1	0	
	+1			CI (Total)
	-1,40	-0,60	0,00	-2,00

Quadro 15a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação → Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5 Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
		0	0	
	0			CI (Total)
	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 15b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação → Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5 Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
		+3	+3	
	+1			CI (Total)
	-1,40	-1,80	-2,52	-5,72

Quadro 15c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	0,25	0,35	0,20	0,20	
	+3	+3	+1	+3	
Fatores de ponderação					CI (Total) +13,00
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual 1					
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+3,75	+5,25	+1,00	+3,00	

Quadro 16a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	0,25	0,35	0,20	0,20	
	+3	+1	+3	+3	
Fatores de ponderação					CI (Total) +11,50
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual 1					
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+3,75	+1,75	+3,00	+3,00	

Quadro 16b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Feller Buncher + Clambunk Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	0,25	0,35	0,20	0,20	
	+3	+3	+3	+3	
Fatores de ponderação					CI (Total) +15,00
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual 1					
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+3,75	+5,25	+3,00	+3,00	

Quadro 16c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		+1	
Impacto Local	2			+1		
Impacto no Entorno	5	+1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		- 0,90	0,00	- 1,10	- 0,10	- 2,10
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 17a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		0	
Impacto Local	2			+1		
Impacto no Entorno	5	0				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		0,00	0,00	-1,10	0,00	- 1,10
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 17b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		+1		0	
Impacto Local	2			+1		
Impacto no Entorno	5	+1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		-0,90	-0,17	-1,10	0,00	- 2,17
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 17c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	+1	0	+1	+1		
	-2,15	0,00	-0,70	-0,80	CI (Total)	
					-3,65	

Quadro 18a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	+1	+1	0	+1		
	-2,15	-1,35	0,00	-0,80	CI (Total)	
					-4,30	

Quadro 18b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	0	-1	0	0		
	0,00	+1,35	0,00	0,00	CI (Total)	
					+1,35	

Quadro 18c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	0		0	
		+1		
				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	-2,65	0,00	-2,65

Quadro 19a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	0		0	
		-1		
				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	+2,65	0,00	+2,65

Quadro 19b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	-1		-1	
		-1		
				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+0,48	+2,65	+0,46	+3,59

Quadro 19c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação			
	Componentes:							
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Fatores de ponderação				CI (Total) - 1,66			
	Sem efeito	Marcar X						
	Impacto Pontual	1						
	Impacto Local	2						
	Impacto no Entorno	5						
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal				
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	-0,30	-1.00			
	+1	+1						
			+1	+1				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				- 0,15	- 0,19	- 0,72	- 0,60	- 1,66

Quadro 20a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação			
	Componentes:							
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Fatores de ponderação				CI (Total) 0,00			
	Sem efeito	Marcar X						
	Impacto Pontual	1						
	Impacto Local	2						
	Impacto no Entorno	5						
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal				
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00			
	0	0						
			0	0				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 20b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação			
	Componentes:							
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Fatores de ponderação				CI (Total) +1,66			
	Sem efeito	Marcar X						
	Impacto Pontual	1						
	Impacto Local	2						
	Impacto no Entorno	5						
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal				
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00			
	-1	-1						
			-1	-1				
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				+ 0,15	+ 0,19	+ 0,72	+ 0,60	+ 1,66

Quadro 20c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	-0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
	Impacto Pontual 1	0	+1	0	
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	-0,40	0,00	- 0,40	

Quadro 21a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
	Impacto Pontual 1	0	0	0	
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	0,00	0,00	0,00	

Quadro 21b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				
	Impacto Pontual 1	0	-1	-3	
Impacto Local 2					
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI=(Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	+0,40	+1,68	+2,08	

Quadro 21c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	-1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					-1,58	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 22a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					+0,72	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 22b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	0			
Coefficiente de Impacto (CI) =					-0,43	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 22c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	- 0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	-3	-3		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			-1	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	+0,34	+2,83	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 23a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	-3	-3		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			0	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	0,00	+2,49	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 23b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	-3	-3		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			-3	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	+1,02	+3,51	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 23c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação		
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) +1,24		
	-0,28	-0,30	-0,42		-1,00	
		-3	-1			
	+1					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)			-1,40	+1,80	+0,84	

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Quadro 24a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação		
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) 0,00		
	-0,28	-0,30	-0,42		-1,00	
		0	0			
	0					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)			0,00	0,00	0,00	

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Quadro 24b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação		
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) 0,00		
	-0,28	-0,30	-0,42		-1,00	
		0	0			
	0					
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)			0,00	0,00	0,00	

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Quadro 24c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	0	0	+1	+3	CI (Total)
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					+4,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 25a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1	-1	+3	+3	CI (Total)
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					+5,50	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 25b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Tombo Manual Motosserra + Cabo Aéreo Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1	-3	+1	+1	CI (Total)
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					-2,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 25c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		+1		+1	
Impacto Local	2			0		
Impacto no Entorno	5	+1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		-0,90	-0,17	0,00	-0,10	-1,17
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 26a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		0	
Impacto Local	2			-1		
Impacto no Entorno	5	0				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		0,00	0,00	+1,10	0,00	+1,10
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 26b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		-1	
Impacto Local	2			-3		
Impacto no Entorno	5	-1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		+0,90	0,00	+3,30	+0,10	+4,30
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 26c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica	
Sem efeito	Marcar X	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00
Impacto Pontual	1	+1	+3	-1	0	
Impacto Local	2					
Impacto no Entorno	5					
Coefficiente de Impacto (CI) =		-2,15	-4,05	+0,70	0,00	-5,50
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 27a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica	
Sem efeito	Marcar X	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00
Impacto Pontual	1	0	+1	0	0	
Impacto Local	2					
Impacto no Entorno	5					
Coefficiente de Impacto (CI) =		0,00	-1,35	-0,00	0,00	-1,35
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 27b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica	
Sem efeito	Marcar X	-0,43	-0,27	-0,14	-0,16	-1,00
Impacto Pontual	1	0	0	-3	-3	
Impacto Local	2					
Impacto no Entorno	5					
Coefficiente de Impacto (CI) =		0,00	0,00	+2,10	+2,40	+4,50
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 27c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	- 0,24	- 0,53	
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2	+1		0	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		+1		
CI (Total)				-3,13
Coeficiente de Impacto (CI) =				-0,48 -2,65 0,00 -3,13
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 28a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	- 0,24	- 0,53	
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2	0		0	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		0		
CI (Total)				0,00
Coeficiente de Impacto (CI) =				0,00 0,00 0,00 0,00
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 28b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Fatores de ponderação	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	- 0,24	- 0,53	
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1				
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2	-1		+1	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5		-1		
CI (Total)				+2,67
Coeficiente de Impacto (CI) =				+0,48 +2,65 -0,46 +2,67
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 28c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder						
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
Impacto no Entorno	5					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal		
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	-0,30	-1.00	
	+3	+3				
			+1	+1		
					CI (Total)	
	-0,45	-0,57	-0,72	-0,60	-2,34	

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 29a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder						
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
Impacto no Entorno	5					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal		
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00	
	0	0				
			0	0		
					CI (Total)	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 29b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder						
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito	Marcar X				
	Impacto Pontual	1				
	Impacto Local	2				
Impacto no Entorno	5					
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal		
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	-1.00	
	0	0				
			-3	-3		
					CI (Total)	
	0,00	0,00	+2,16	+1,80	+3,96	

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 29c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	CI (Total)	
	-0,32	- 0,40	- 0,28		-1,00
	0	+1	0		
Fatores de ponderação Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					
	0,00	-0,40	0,00	-0,40	

Quadro 30a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	CI (Total)	
	- 0,32	- 0,40	- 0,28		-1,00
	0	0	0		
Fatores de ponderação Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					
	0,00	0,00	0,00	0,00	

Quadro 30b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática	CI (Total)	
	- 0,32	- 0,40	- 0,28		-1,00
	0	-1	+1		
Fatores de ponderação Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =					
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					
	0,00	+0,40	-0,56	-0,16	

Quadro 30c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Qualificação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-3	-1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					-3,58	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 31a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Qualificação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					+0,72	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 31b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Qualificação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+3			+3	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-3	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					-0,14	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 31c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	- 0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			-3	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	+1,02	+3,51	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 32a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			0	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	0,00	+2,49	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 32b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	-3	-3		
	Impacto Local 2			-3	
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	+1,02	+3,51	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 32c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
	+1	-1	0	
	-1,40	+0,60	0,00	CI (Total) -0,80

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 33a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
	0	0	0	
	0,00	0,00	0,00	CI (Total) 0,00

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 33b- Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	
	-0,28	-0,30	- 0,42	-1,00
	+1	0	0	
	-1,40	0,00	0,00	CI (Total) -1,40

Fatores de ponderação ↓ →

Sem efeito Marcar X

Impacto Pontual 1

Impacto Local 2

Impacto no Entorno 5

Coefficiente de Impacto (CI) =
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)

Quadro 33c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+3	+1	+3	+3	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =						
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	+3,75	+1,75	+3,00	+3,00	+11,50	

Quadro 34a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+3	-1	+3	+3	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =						
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	+3,75	-1,75	+3,00	+3,00	+8,00	

Quadro 34b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Forwarder Harvester + Forwarder Fatores de ponderação	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento		
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X	0,25	0,35	0,20	0,20	1,00
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+3	-1	+3	+3	
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
	Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =						
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						
	+3,75	-1,75	+3,00	+3,00	+8,00	

Quadro 34c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		-1		0	
Impacto Local	2			-1		
Impacto no Entorno	5	+1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		-0,90	+0,17	+1,10	0,00	+0,37
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 35a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		0		0	
Impacto Local	2			-1		
Impacto no Entorno	5	0				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		0,00	0,00	+1,10	0,00	+1,10
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 35b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ATMOSFERA		Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder		Componentes:				
Fatores de ponderação		Gases de efeito estufa	Material particulado	Ruído	Odores	
Sem efeito	Marcar X	-0,18	-0,17	-0,55	-0,10	-1,00
Impacto Pontual	1		-1		-1	
Impacto Local	2			-1		
Impacto no Entorno	5	-1				CI (Total)
Coeficiente de Impacto (CI) =		+0,90	+0,17	+1,10	+0,10	+2,27
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 35c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (atmosfera), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	+2,15	-1,35	-0,70	-0,80	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					-0,70	

Quadro 36a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	+2,15	-1,35	0,00	+0,80	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					+1,60	

Quadro 36b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SOLO	Indicador do aspecto físico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Erosão	Compactação	Exportação nutrientes	Perda de matéria orgânica		
	Fatores de ponderação					
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1					
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5						
Coefficiente de Impacto (CI) =	+2,15	-1,35	-0,70	+0,80	-1,00	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					+0,90	

Quadro 36c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (solo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	-1		+1	
		-3		
	CI (Total)			
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+0,48	+7,95	-0,46	+7,97

Quadro 37a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	-1		0	
		-1		
	CI (Total)			
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+0,48	+2,65	0,00	+3,13

Quadro 37b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

ÁGUA Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder Fatores de ponderação	Indicador do aspecto físico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1 Impacto Local <input type="checkbox"/> 2 Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5	Turbidez	Assoreamento	Redução da vazão	
	- 0,24	- 0,53	- 0,23	-1,00
	-1		+1	
		-3		
	CI (Total)			
Coeficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	+0,48	+7,95	-0,46	+7,97

Quadro 37c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto físico (água), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder					CI (Total) -2,34
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	-0,30	
	+3	+3			
			+1	+1	
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	-0,45	-0,57	-0,72	-0,60	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 38a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder					CI (Total) 0,00
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	
	0	0			
			0	0	
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	0,00	0,00	0,00	0,00	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 38b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FLORA	Indicador do aspecto biótico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder					CI (Total) -1,66
	Danos a vegetação (sub-bosque)	Danos a vegetação (plantada)	Danos a floresta de preservação permanente	Danos a floresta de reserva legal	
	- 0,15	- 0,19	- 0,36	- 0,30	
	+1	+1			
			+1	+1	
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	-0,15	-0,19	-0,72	-0,60	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 38c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (flora), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	-0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	+1	+1		
Impacto Local 2			+1		
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	-0,32	-0,40	-0,56	-1,28	

Quadro 39a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	0	0		
Impacto Local 2			0		
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	0,00	0,00	0,00	0,00	

Quadro 39b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

FAUNA	Indicador do aspecto biótico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Danos a fauna terrestre (vertebrados)	Danos a fauna terrestre (invertebrados)	Danos a Fauna aquática		
	Fatores de ponderação	- 0,32	- 0,40	- 0,28	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual 1	+1	+1		
Impacto Local 2			+1		
Impacto no Entorno 5					
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)	-0,32	-0,40	-0,56	-1,28	

Quadro 39c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto biótico (fauna), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+3			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					+1,32	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 40a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					+0,72	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 40b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

EMPREGO	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:					
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Qualifi- cação	Oferta de emprego	Redução da Terceirização	Salário		
	Fatores de ponderação	0,30	0,20	0,23	0,27	1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
	Impacto Pontual 1	+1			+1	
Impacto Local 2						
Impacto no Entorno 5		-1	+1			
Coefficiente de Impacto (CI) =					+0,72	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)						

Quadro 40c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (emprego), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	- 0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	-3	-3		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			+1	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,32	+1,17	-0,34	+2,15	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 41a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	-1	-3		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			0	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+0,44	+1,17	0,00	+1,61	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 41b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

SAÚDE	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação	
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Riscos de acidentes	Perda das condições ergonômicas	Geração de resíduos		
	Fatores de ponderação	- 0,44	-0,39	- 0,17	-1,00
	Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X				CI (Total)
	Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+3	-1		
	Impacto Local <input type="checkbox"/> 2			-1	
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	-1,32	+0,39	+0,34	-0,59	
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 41c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (saúde), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) +3,92
	-0,28	-0,30	-0,42	
		0	-3	
	-1			
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	+1,40	0,00	+2,52	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 42a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) +3,48
	-0,28	-0,30	-0,42	
		-3	+3	
	-3			
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	+4,20	+1,80	-2,52	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 42b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

PAISAGISMO	Indicador do aspecto antrópico			Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:			
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Depreciação da paisagem pela remoção da floresta	Depreciação visual (disposição da madeira e dos restos vegetais no talhão)	Exposição do solo no processo de extração	CI (Total) 0,00
	-0,28	-0,30	-0,42	
		0	0	
	0			
Fatores de ponderação Sem efeito Marcar X Impacto Pontual 1 Impacto Local 2 Impacto no Entorno 5	0,00	0,00	0,00	
Coefficiente de Impacto (CI) = CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)				

Quadro 42c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (paisagismo), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	Fatores de ponderação	0,25	0,35	0,20	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1	-1	+1	+1	
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,25	-1,75	+1,00	+1,00	+1,50
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 43a - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	Fatores de ponderação	0,25	0,35	0,20	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	0	-1	+1	+3	
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	0,00	-1,75	+1,00	+3,00	+2,25
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 43b - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

Gestão	Indicador do aspecto antrópico				Averiguação dos fatores de ponderação
	Componentes:				
Subsistemas avaliados Motosserra + Guincho arrastador Motosserra +Track Skidder	Produti- vidade	Redução (custo de produção)	Qualidade de vida	Treina- mento	1,00
	Fatores de ponderação	0,25	0,35	0,20	
Sem efeito <input type="checkbox"/> Marcar X					
Impacto Pontual <input type="checkbox"/> 1	+1	0	+1	+1	
Impacto Local <input type="checkbox"/> 2					
Impacto no Entorno <input type="checkbox"/> 5					
Coefficiente de Impacto (CI) =	+1,25	0,00	+1,00	+1,00	+3,25
CI = (Coeficiente de alteração * Fatores de ponderação)					

Quadro 43c - Matriz de ponderação dos componentes de um indicador do aspecto antrópico (gestão), do sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na colheita florestal.

APÊNDICE B: COEFICIENTES DE IMPACTO AMBIENTAL

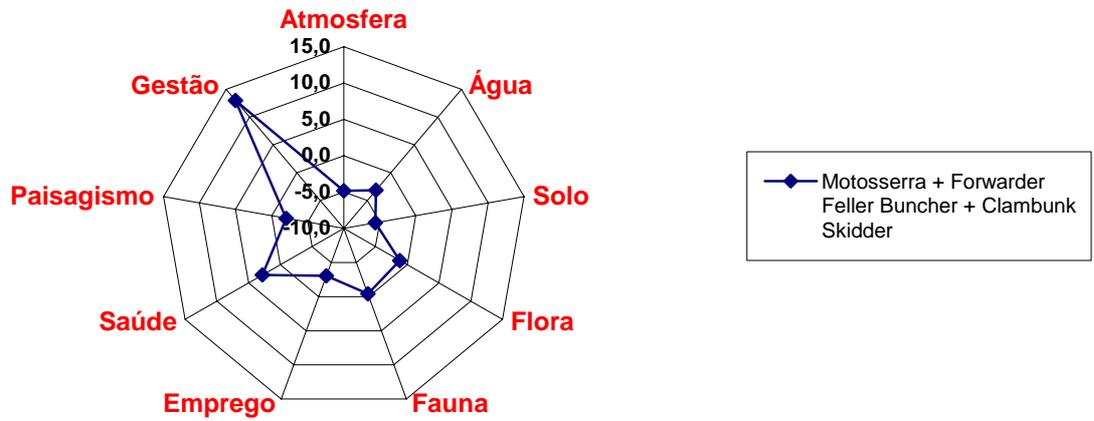


Figura 15a - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

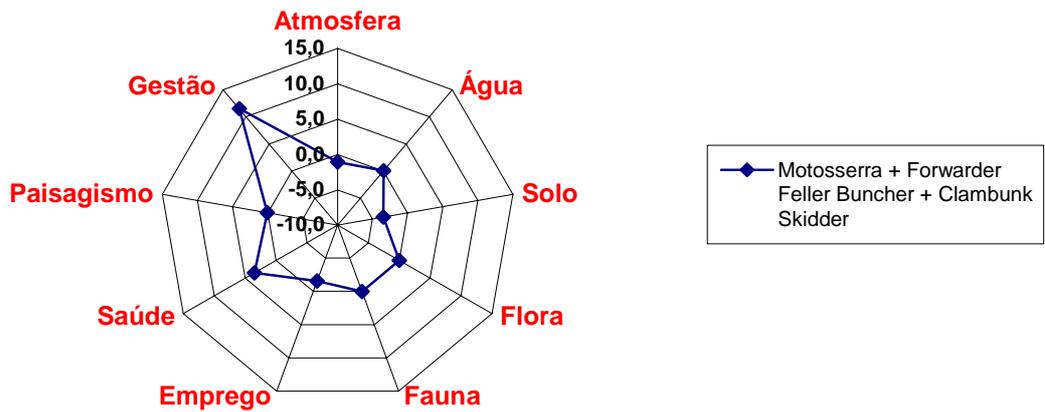


Figura 15b - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

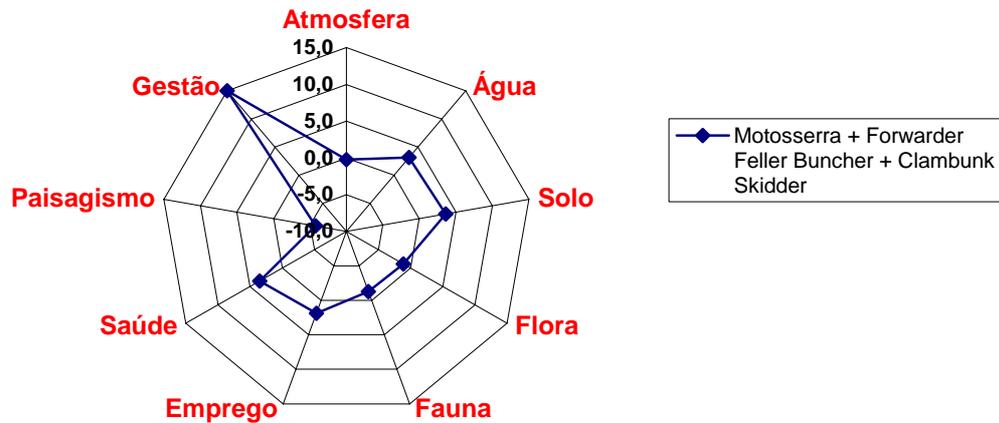


Figura 15c - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

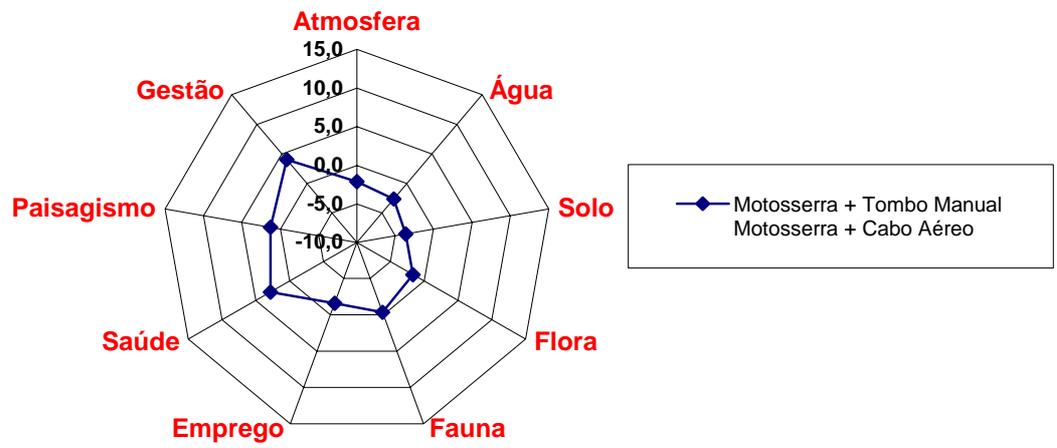


Figura 16a - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

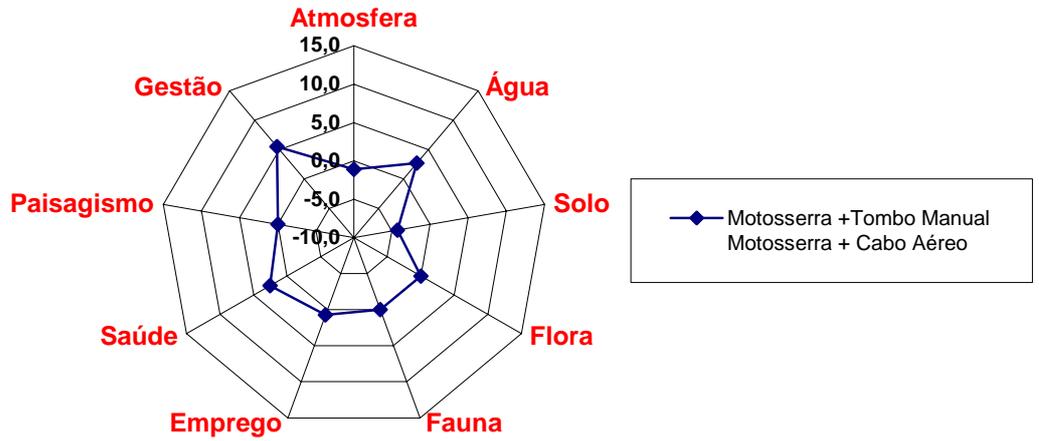


Figura 16b - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

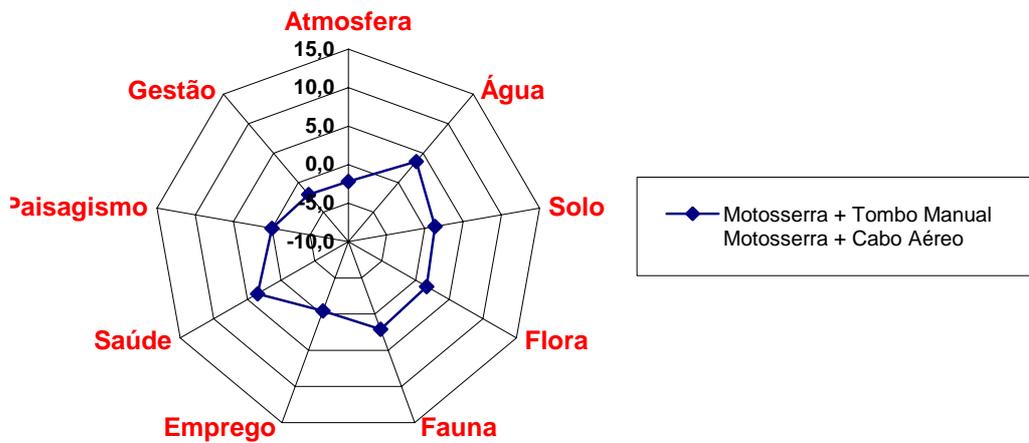


Figura 16c - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

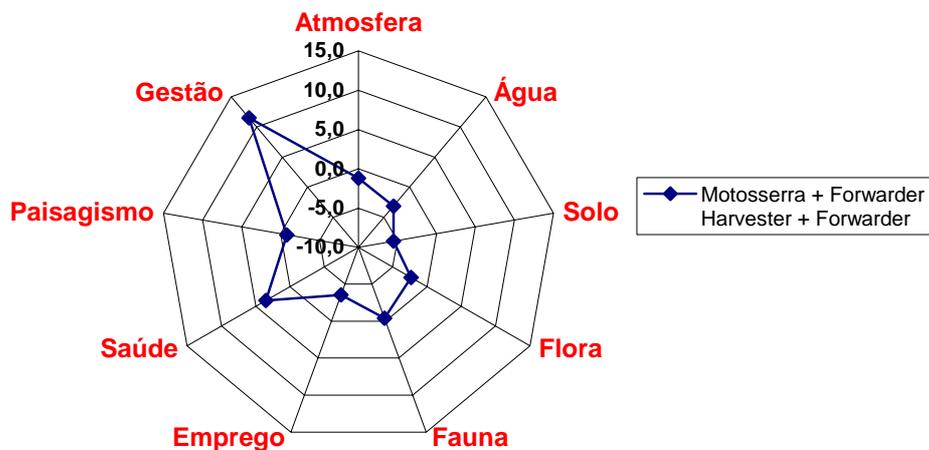


Figura 17a - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

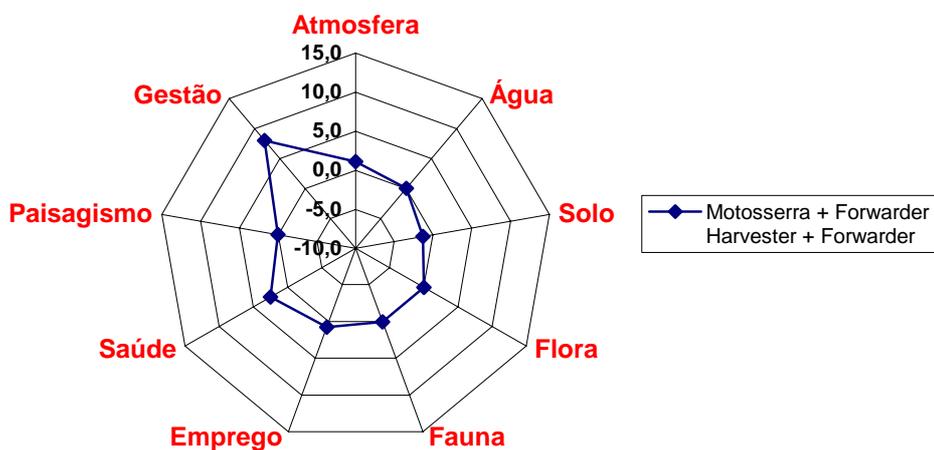


Figura 17b - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

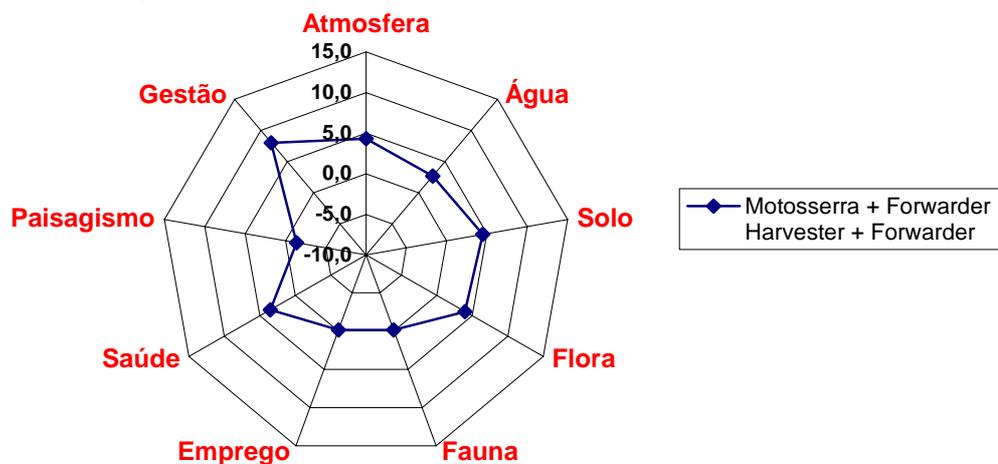


Figura 17c - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

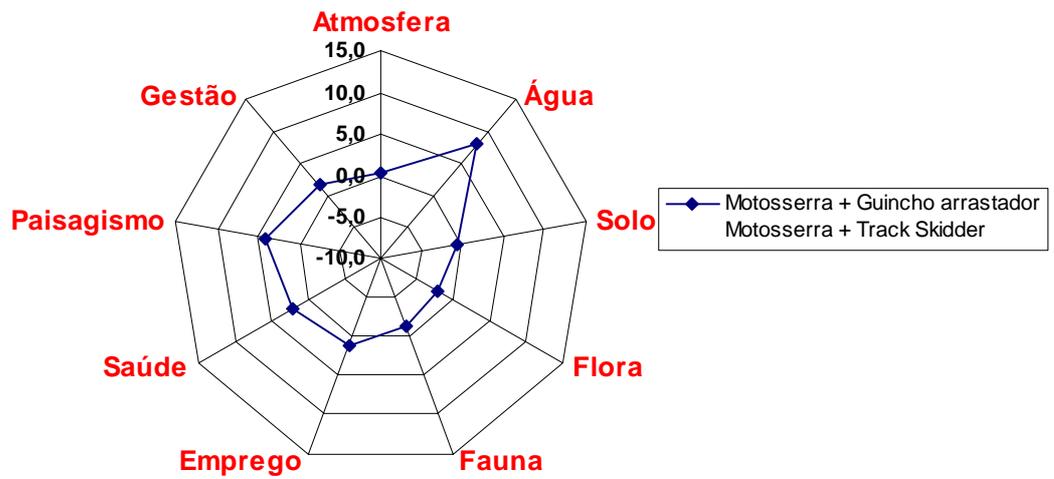


Figura 18a - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

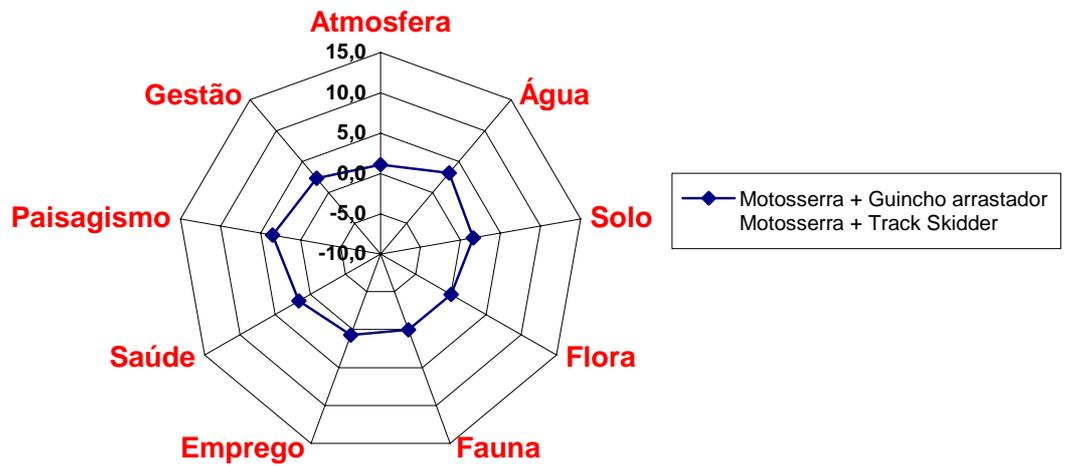


Figura 18b - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.

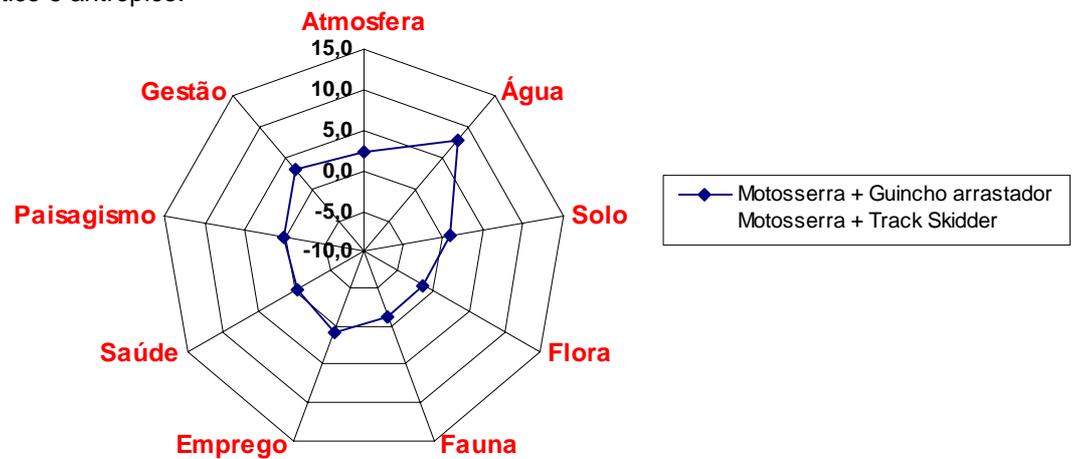


Figura 18c - Coeficiente de impacto ambiental da inovação tecnológica da colheita florestal, nos aspectos físico, biótico e antrópico.