

ELIZABETH NEIRE DA SILVA OLIVEIRA DE PAULA

**AVALIAÇÃO TÉCNICA, DE CUSTOS E AMBIENTAL DE DOIS  
MODELOS DE *HARVESTER* 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  
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P324a  
2011

Paula, Elizabeth Neire da Silva Oliveira de, 1981-  
Avaliação técnica, de custos e ambiental de dois modelos  
de *harvester* na colheita florestal / Elizabeth Neire da Silva  
Oliveira de Paula. – Viçosa, MG, 2011.  
xiii, 68f. : il. (col.) ; 29cm.

Orientador: Carlos Cardoso Machado.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto - Exploração. 2. Madeira - Aspectos  
econômicos. 3. Madeira - Exploração. 4. Produtos florestais.  
5. Mecanização agrícola. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDO adapt. CDD 634.966321

ELIZABETH NEIRE DA SILVA OLIVEIRA DE PAULA

**AVALIAÇÃO TÉCNICA, DE CUSTOS E AMBIENTAL DE DOIS  
MODELOS DE *HARVESTER* 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: 13 de maio de 2011

---

Laércio Antônio Gonçalves  
Jacovine

---

Haroldo Carlos Fernandes

---

Nilton César Fiedler

---

Elias Silva  
(Coorientador)

---

Carlos Cardoso Machado  
(Orientador)

*Ao Marcos, minha estrutura e força;  
À minha mãe, por me ensinar o caminho do sucesso;  
Ao meu filho Arthur, razão do meu viver;  
À Maria Isabel, que está à caminho!*

*Dedico este trabalho!*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela possibilidade de realização de muitas conquistas;

À Universidade Federal de Viçosa – UFV e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais pela realização do curso de doutorado, em especial ao professor Carlos Cardoso Machado, pela oportunidade, compreensão, apoio, orientação e confiança, que foram muito importantes para minha formação profissional;

À Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao Prof. Nilton Cesar Fiedler, pelo apoio para finalização de mais esta etapa;

À Fibria, pela oportunidade de contribuir com a pesquisa operacional, em especial ao amigo Daniel, ao George, Pavezi e Gustavo;

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

Aos professores e conselheiros Amaury Paulo de Souza, Elias Silva e Luciano José Minette, pelas contribuições e aos professores Haroldo Carlos Fernandes e Nilton Cesar Fiedler, pelas sugestões e colaboração;

À Ritinha e Alfredo, da Secretaria da Pós Graduação;

Ao Marcos pela paciência, força e principalmente por seu amor incondicional;

Aos meus pais Ana e João Valente e toda minha família: Tonhão, Geralda, Sebastião, Deivid, Lívia, Ana Carolina, Gabriela, Gerson, Laís, Clara, Sérgio, Cynthia, Vô Cyro e Vó Maria; pelo apoio, sempre;

Aos amigos Carol, Gabi, Gláucia, Dario, Diogo, Ana, Marina, Lu, Sol, pelo estímulo e companheirismo, sempre;

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho!

## **BIOGRAFIA**

ELIZABETH NEIRE DA SILVA OLIVEIRA DE PAULA, filha de João Valente e Ana Neire, nasceu em São Paulo-SP, em 29 de março de 1981.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Effie Rolfs, em Viçosa, em dezembro de 1997.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em julho de 2005.

Em fevereiro de 2008, submeteu-se a exame de defesa, em nível de Mestrado, pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2008, iniciou o curso de pós-graduação em nível de doutorado em Ciências Florestais, área de concentração Manejo florestal, Em dezembro de 2009, submeteu-se ao exame de qualificação, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título *Doctor Science* em maio de 2011.

## ÍNDICE

### Página

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO 01 .....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.1 O problema e justificativa .....	4
1.2 Objetivo .....	6
1.3 Hipótese .....	6
1.4 Escopo do trabalho .....	6
1.4.1 Área de Estudo .....	7
1.4.2 Sistema de colheita .....	9
1.4.3 Seqüência de trabalho do <i>harvester</i> .....	9
1.4.4 Caracterização dos <i>harvesters</i> .....	10
1.4.5 Método de Amostragem .....	12
1.5 Referencias bibliográficas .....	13
CAPÍTULO 02 .....	15
2 AVALIAÇÃO TÉCNICA DE DOIS MODELOS DE <i>HARVESTER</i> .....	15
2.1 Introdução .....	15
2.2 Material e métodos .....	17
2.2.1 Amostragem .....	17
2.2.2 Determinação da Produtividade .....	18
2.2.3 Disponibilidade mecânica .....	19
2.2.4 Grau de utilização .....	19
2.2.5 Eficiência operacional .....	20
2.2.6 Estudo de tempos e movimentos .....	20
2.3 Resultados e discussão .....	22
2.3.1 Produtividade .....	22
2.3.2 Disponibilidade mecânica .....	23
2.3.3 Grau de utilização .....	24

2.3.4	Eficiência operacional .....	24
2.3.5	Estudo de tempos e movimentos.....	24
2.3.6	Comparação técnica das duas máquinas .....	26
2.4	Referências bibliográficas .....	27
CAPÍTULO 03	.....	29
3	AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE DOIS MODELOS DE <i>HARVESTER</i> .....	29
3.1	Introdução.....	29
3.2	Material e métodos .....	30
3.2.1	Custo de maquinário .....	31
3.2.1.1	Custos fixos .....	31
3.2.1.2	Custos variáveis.....	33
3.2.2	Custos da mão-de-obra.....	34
3.2.3	Custo de Administração .....	35
3.3	Resultados e discussão .....	35
3.3.1	Custos operacionais.....	35
3.3.2	Análise de sensibilidade.....	39
3.3.2.1	Combustível.....	39
3.3.2.2	Manutenção e reparos.....	40
3.3.2.3	Depreciação .....	41
3.3.2.4	Análise integrada.....	42
3.4	Referencias bibliográficas .....	42
CAPÍTULO 04	.....	44
4	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO CORTE FLORESTAL COM HARVESTER .....	44
4.1	Introdução.....	44
4.2	Material e métodos .....	47
4.2.1	Elaboração da matriz de impactos ambientais .....	48
4.2.2	Preenchimento e interpretação da matriz de impactos ambientais.....	48
4.2.3	Parâmetros avaliados.....	51
4.2.3.1	Meio Físico .....	52
4.2.3.2	Meio Biótico.....	52
4.2.3.3	Meio Antrópico .....	53
4.3	Resultados e discussão .....	53
4.3.1	Meio físico .....	53
4.3.1.1	Compactação do Solo.....	53
4.3.1.2	Intensificação de processos erosivos .....	54
4.3.1.3	Aumento da pressão sonora.....	54
4.3.1.4	Alteração da qualidade do ar .....	55
4.3.1.5	Risco de contaminação de coleções hídricas.....	56
4.3.2	Meio biótico .....	57
4.3.2.1	Interrupção do processo de regeneração da floresta nativa .....	57
4.3.2.2	Redução de abrigos e passagens naturais para a fauna.....	57
4.3.2.3	Afugentamento da fauna .....	58
4.3.2.4	Risco de atropelamento e colisão .....	59
4.3.2.5	Exposição a répteis peçonhentos .....	59
4.3.3	Meio antrópico .....	60
4.3.3.1	Aumento na empregabilidade.....	60
4.3.3.2	Aumento na circulação monetária local .....	60
4.3.3.3	Aumento na demanda de mão-de-obra especializada .....	61
4.3.3.4	Alteração na qualidade visual.....	61



4.3.4	Avaliação integrada dos resultados .....	61
4.4	Referências bibliográficas .....	65
CAPÍTULO 05	.....	67
5	CONCLUSÕES GERAIS .....	67

## RESUMO

DE PAULA, Elizabeth Neire da Silva Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2011. **Avaliação técnica, de custos e ambiental de dois modelos de *harvester* na colheita florestal.** Orientador: Carlos Cardoso Machado. Coorientadores: Luciano José Minette, Elias Silva e Amaury Paulo de Souza.

A crescente demanda mundial por madeira, juntamente com os aspectos edafoclimáticos favoráveis contribuem para que o Brasil tenha papel de destaque no cenário mundial, o que proporciona ao País poder de influência nas decisões relacionadas ao setor florestal. A colheita representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos de maior valor agregado, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal, sendo considerada uma atividade extremamente relevante. Além disso, trata-se de uma atividade altamente complexa, que é influenciada por diversos fatores que interferem diretamente na forma de execução das operações. Em função disso, o presente estudo teve o objetivo de realizar a avaliação de dois modelos de *harvester*, na colheita de madeira de eucalipto, no que se refere aos aspectos técnicos, de custos e ambientais. A pesquisa avaliou a operação do corte de floresta de eucalipto, compreendendo as atividades de derrubada e processamento da árvore, com idade de 6 anos, no sistema de toras curtas, com traçamento em toras de 6 m de comprimento, utilizando-se dois modelos de *harvester*, considerando-se as características relacionadas

ao tipo da floresta; custos; eficiência; operacionalidade e aspectos ambientais, em áreas localizadas ao norte do Estado do Espírito Santo e ao sul da Bahia, especificamente, nos municípios de Conceição da Barra – ES e Caravelas – BA. Avaliou-se dois modelos de *harvester*, PC-228 SHO e PC-200 LC, da Komatsu, com configuração florestal, sobre esteiras, equipadas com motor Tier III. As informações referentes às características avaliadas do corte florestal mecanizado foram coletadas durante um período de 6 meses, que compreende os meses de março a agosto de 2010. Para a avaliação técnica e econômica, o método de amostragem utilizada foi o censo (amostragem 100%) para o período avaliado (março a agosto de 2010). Na avaliação técnica determinou-se: produtividade, disponibilidade mecânica, grau de utilização, eficiência operacional e realização do estudo de tempos e movimentos. Na avaliação de custos, calculou-se os custos operacionais dos dois modelos de *harvester*, pelo método contábil, o qual utiliza valores estimados em reais. Realizou-se ainda a análise de sensibilidade de custos para os elementos que mais contribuem com o custo final. Já a avaliação ambiental ocorreu de forma única para os dois modelos de *harvesters* com a utilização do método de matriz quali-quantitativa dos impactos ambientais. A avaliação dos impactos abrangeu os meios físico, biótico e antrópico, utilizando a descrição dos impactos ambientais importantes e considerando-se a legislação brasileira vigente. Durante a avaliação técnica observou-se que a produtividade média no período de estudo foi de 18,57 m<sup>3</sup>/hora para a PC 200, e para a PC 228 19,88 m<sup>3</sup>/hora. A maior disponibilidade mecânica foi observada na PC 200, com média de 91,09 %, enquanto a média da PC 228 observada foi de 80,47% e a eficiência operacional da PC 200 mostrou-se consideravelmente superior a PC 228. Durante o estudo de tempos e movimentos observou-se que o tempo médio para processamento foi de 10,41 segundos por árvore para a PC 200 e 14,90 segundos para a PC 228. Comparando-se os dois modelos observou-se que a PC 200 mostrou-se superior à PC 228 em todos os parâmetros, a exceção da produtividade (m<sup>3</sup>/hora). Na avaliação econômica obteve-se o custo operacional para os modelos PC 200 e PC 228 de R\$ 156,95 e R\$ 168,84 por hora efetiva, respectivamente. Em relação dos custos operacionais totais, os custos mais significativos foram: combustível, manutenção e reparos e depreciação, com

24,41 %, 22,39 % e 19,08 %, respectivamente. Na análise de sensibilidade, simulando uma situação em que a empresa consiga uma economia real de 10% em cada um desses itens, a mesma poderá obter uma redução no custo de produção em 7 %, para as duas máquinas avaliadas. Em relação aos impactos ambientais, identificaram-se 14 impactos ambientais, sendo observados um maior número de impactos negativos (11) ao ambiente do que positivos (3). Os três compartimentos ambientais apresentaram resultado semelhante para o número de impactos relacionados. Foram 5 no meio físico, 5 no meio biótico e 4 no meio antrópico. Técnico-economicamente conclui-se que a PC 200 possui vantagens significativas em relação à PC 228, para realização do trabalho florestal. Ambientalmente, conclui-se que o corte florestal com *harvester* é impactante para todos os meios considerados: físico, biótico e antrópico.

## **ABSTRACT**

DE PAULA, Elizabeth Neire da Silva Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2011. **Technical, economical and environmental evaluation of two forestry harvester models.** Adviser: Carlos Cardoso Machado. Co-advisers: Luciano José Minette, Elias Silva and Amaury Paulo de Souza.

A growing worldwide demand for lumber, together with favorable edaphoclimatic aspects contribute to make Brazil a primary player on the world stage, which increases the influence of the country when making decisions regarding the forestry sector. Harvest represents the final operating of a forest production cycle, in which products are obtained with higher added value, constituting one of the factors that determine the profitability of forests and is considered an extremely important activity. Moreover, it is a highly complex activity, which is influenced by several factors that directly interfere on the form in which operations are executed. Therefore, the objective of the present study was to conduct the evaluation of two harvester models for collecting eucalyptus wood, with regard to technical aspects, cost and environmental concerns. The study evaluated the operation of eucalyptus cutting, including the activities of felling and processing of 6 year old trees, the short log system with cutting of logs in 6 m lengths using two harvester models considering the characteristics related to forest type, cost, efficiency, operability and environmental aspects in areas located in northern Espírito Santo and southern Bahia, specifically in the municipalities of Conceição da

Barra – ES and Caravelas – BA. Two harvester models were evaluated, Komatsu PC-228 SHO and PC-200 LC, with forestry setup, crawler treads and equipped with the Tier III motor. Information referring to the evaluated characteristics of mechanized forestry harvest was collected over a period of six months from March to August 2010. For technical and economic evaluation, the sampling method used was census (100% sampling) for the study period (March to August 2010). In the technical evaluation, yield, mechanical availability, degree of utilization, operational efficiency and realization of the study of times and movements were determined. Operating costs of the two harvesters were calculated by the accounting method for evaluation of costs, which utilizes estimated values in real. Also performed was a sensitivity analysis of costs for the elements that contribute most to the final cost. The environmental assessment was unique for the two harvester models using a quali-quantitative matrix method of environmental impacts. Assessment of the impacts included the physical, biotic and anthropic environments, using the description of the significant environmental impacts and considering Brazilian legislation. During the technical evaluation it was observed that the average productivity in the study period was 18.57 m<sup>3</sup>/hr for the PC 200 and 19.88 m<sup>3</sup>/hour for the PC 228. The greatest mechanical availability was observed for the PC 200, with an average of 91.09% while the average observed for the PC 228 was 80.47% and the operating efficiency of the PC 200 was also found to be considerably higher than the PC 228. During the study of times and movements it was observed that the average processing time was 10.41 seconds per tree for the PC 200 and 14.90 seconds for the PC 228. Comparing the two models it was observed that the PC 200 was superior to the PC 228 in all parameters, except yield (m<sup>3</sup>/hour). In the economic evaluation it was found the operating costs of the PC 200 and PC 228 models were R\$ 156.95 and R\$ 168.84 per effective hour, respectively. In respect to total operating costs, the most significant costs were: fuel, maintenance, and repairs and depreciation, accounting for 24.41%, 22.39% and 19.08% respectively. In the sensitivity analysis, simulating a situation in which the company obtains an economy of 10% in each of these items may result in a reduction in production costs by 7% for both evaluated machines. In relation to environmental impacts 14 were

identified, where a greater number of negative (11) than positive (3) environmental impacts have been observed. The three environmental compartments presented similar results for the number of related impacts, being 5 in the physical environment, 5 in the biotic environment and 4 in the anthropic environment. It was techno-economically concluded that the PC 200 possesses significant advantages over the PC 228 to carry out forest work. Environmentally, it was determined that cutting with the forest harvester is striking for all environments considered: physical, biotic and anthropic.

# CAPÍTULO 01

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A crescente demanda mundial por madeira, juntamente com os aspectos edafoclimáticos favoráveis contribuem para que o Brasil tenha papel de destaque no cenário mundial, o que proporciona ao País poder de influência nas decisões relacionadas ao setor florestal.

Nas últimas décadas, o setor florestal brasileiro despontou rapidamente como um dos mais avançados, se não, o mais avançado, em tecnologia florestal de espécies de rápido crescimento. Graças aos avanços tecnológicos em melhoramento genético, manejo, mecanização da colheita e transporte florestal, houve ganhos de produtividade e de desempenho dos processos operacionais de reflorestamento, colheita e transporte, bem como no planejamento e controle dessas atividades (YONEZAWA, 2010).

Com a mudança no eixo de produção de celulose, do hemisfério Norte para o Sul, observada desde a década de 1970 e intensificada nos últimos anos, a América do Norte perdeu cerca de 22%, e a Europa Ocidental, 5% na participação do mercado global. Enquanto isso, a América



Latina aumentou sua participação mundial na produção de celulose de 8% para 24% (VIEIRA & SALUM, 2007).

Desta forma, o setor florestal se destaca como importante e relevante para o Brasil em diversas áreas. Do ponto de vista econômico, o setor tem sido responsável, anualmente, na formação econômica do País, por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB). A estimativa total de empregos (primário e processamento industrial) no segmento de florestas plantadas, em 2009, foi de 3,9 milhões incluindo os diretos (535 mil), indiretos (1,26 milhão) e empregos resultantes do efeito-renda (2,16 milhões), gerando US\$ 5,6 bilhões em divisas de exportações em 2009 (ABRAF, 2010).

Segundo Machado (2008), existe uma tendência mundial de aumento do consumo de madeira. No Brasil, a taxa de crescimento anual deverá ser de 3%. Caso permaneça essa intenção, aumenta-se a importância de se ter um sistema de suprimento de madeira eficiente que requeira alternativas de formas de colheita que levem à sustentabilidade técnica, econômica e ambiental.

A fim de aumentar a oferta para acompanhar o crescimento da demanda, que tende a se acentuar nos próximos anos, estima-se que, somente as empresas do setor de celulose e papel do país, deverão investir ao menos US\$ 5,5 bilhões nos próximos anos em novas instalações, montante que será definido até o final de 2010, levando em conta um cenário conservador. No entanto, esse número poderá chegar a cerca de US\$ 20 bilhões, caso o ambiente de negócios permita projeções de investimentos para o longo prazo, levando em conta o mesmo período de análise (ABRAF, 2010).

Como um reflexo à tendência de mercado, as atividades florestais vêm passando por um intenso processo de mecanização, iniciado na década de 1970, visando aumento da produtividade, redução de custos de produção e busca constante no atendimento das novas exigências de mercado que tratam da certificação florestal e da qualidade, saúde e segurança do trabalho, mão-de-obra especializada e diminuição dos impactos ambientais.

A colheita representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos de maior valor agregado,

constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal, sendo considerada uma atividade extremamente relevante, visto ser a mais onerosa em termos de custo de produção, sendo também a atividade que mais sofre o processo de mecanização (MACHADO, 1989).

Além disso, trata-se de uma atividade complexa, que é influenciada por diversos fatores que interferem diretamente na forma de execução das operações.

A evolução da mecanização nas operações de colheita de madeira é motivada pela necessidade de melhoria das condições de trabalho, redução da mão-de-obra, aumento da competitividade com o incremento de novas alternativas de produção (SEIXAS, 2010). Esta atividade intensificou-se, desencadeando um processo contínuo de avaliação dos rendimentos operacionais e dos custos, devido à colheita representar um percentual elevado dos custos (SIMÕES, 2008).

No processo de inovação tecnológica aplicada a colheita de madeira, destacam-se os avanços ocorridos na indústria de máquinas e equipamentos, que passou a disponibilizar modelos cada vez mais produtivos, confiáveis, automatizados e ambientalmente adequados (LOPES, 2010).

Nesse processo de inovação e modificações as empresas com alta demanda de madeira e com maior disponibilidade de capital, passaram a adotar sistemas e métodos de colheita altamente mecanizados, com máquinas e equipamentos sofisticados e modernos.

Por outro lado, não só as atividades florestais, mas todas aquelas que contribuem com o desenvolvimento e geração de produtos e serviços estão sujeitas a exercer ações impactantes.

No entanto, apesar da busca contínua pela redução de custos, a colheita florestal, assim como as demais atividades, cobradas pela legislação brasileira e pelos órgãos certificadores nacionais e internacionais, somados ao aumento da consciência ambiental adquirida ao longo das últimas décadas, existe uma preocupação das empresas, no que refere-se à realização de suas atividades, buscando novas alternativas para realizá-las com o mínimo possível de impactos ambientais negativos.

Pelos aspectos supracitados, nota-se a importância e necessidade de intensificar-se os estudos que visem contribuir para o desenvolvimento do setor florestal, especialmente no que refere-se à aumento de produtividade, redução de custos, melhoria das condições ambientais das atividades realizadas, além do amplo conhecimento das variáveis que afetam as mesmas, tornando o setor moderno e competitivo, como exige o mercado atual, altamente globalizado.

Desta forma, a presente pesquisa teve como objetivo realizar uma avaliação de diferentes modelos de *harvester*, na colheita de madeira de eucalipto, no que se refere aos aspectos técnicos, econômicos e ambientais.

## **1.1 O problema e justificativa**

Na década de 70, surgiram, no Brasil, as primeiras máquinas de colheita de madeira. Em 1994, com a abertura das importações e aumento no custo de mão-de-obra, muitas empresas iniciaram a colheita de maneira mais intensiva e mecanizada (PEREIRA, 2010).

Nessa época, a colheita mecanizada era uma atividade relativamente recente no Brasil. As máquinas eram, em sua maioria, importadas ou adaptadas de outras, com custos elevados, exigindo o máximo de aproveitamento de todas as suas funções na execução de forma contínua, das tarefas a eles atribuídas, além de maior demanda de pesquisas para as suas adequações às condições brasileiras de trabalho (MACHADO, 2008).

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

Desde então, esse processo vem se mostrando irreversível no Brasil, principalmente em função da redução da dependência de mão-de-obra, melhoria das condições de trabalho, redução do custo final da madeira posto fábrica e da necessidade, por parte das indústrias, de um fornecimento regular e em quantidades cada vez maiores de madeira (BURLA, 2008).

Nesse processo evolutivo da mecanização, os ganhos obtidos foram muitos, pois a utilização de máquinas, agregada ao planejamento e controle eficiente das atividades, permite que o trabalho seja realizado de forma ininterrupta e com altas produtividade (PACCOLA, 2003).

Nas maiores empresas produtoras de madeira do Brasil são utilizadas as mais modernas tecnologias para a colheita florestal. No entanto, apesar de todos os esforços empregados, para dar continuidade à otimização do emprego dessas tecnologias, torna-se necessário o preenchimento de lacunas existentes e aprofundamento em alguns parâmetros que precisam ser melhor conhecidos para que se concretize o desenvolvimento sustentável do setor florestal.

Dentre as diversas empresas florestais instaladas no Brasil, cada uma apresenta características peculiares, que fazem com que as empresas optem por um ou outro sistema de colheita florestal, compostos por máquinas de diferentes fabricantes, modelos e capacidade de produção e aptas para atuar em diferentes condições (planas ou declivosas).

No sistema de toras curtas para colheita em áreas planas, o *harvester* é a principal máquina utilizada. Diversas empresas florestais utilizam modelos diferentes de *harvester* em suas atividades de colheita, onde existe, entre técnicos experientes na área, uma ampla discussão em torno da efetividade de uso dessas máquinas para colheita de madeira.

A escolha por um ou outro modelo de máquina normalmente é realizada internamente na empresa, a partir de testes preliminares, sem, muitas vezes, a comprovação científica da eficácia de utilização da máquina a ser adquirida. Algumas delas apresentam características muito semelhantes, o que leva a inferir que as mesmas são iguais, o que, em grande parte dos casos não ocorre, resultando no surgimento de dúvidas quanto à operação das mesmas.

Assim, surge a dúvida. Qual *harvester* possui o melhor custo-benefício para trabalhos em áreas planas? Modelos semelhantes apresentam as mesmas características operacionais e mesmos resultados.

Desta forma, é necessário se conhecer as melhores opções de máquinas para utilização, relacionando os fatores técnicos, econômicos e ambientais.

Diante do exposto, este trabalho fornece informações precisas sobre dois diferentes modelos de *harvester* (máquina florestal colhedora) que executam o mesmo trabalho, contribuindo com o desenvolvimento da pesquisa no setor florestal brasileiro.

## **1.2 Objetivo**

Realizar uma avaliação técnica, de custos e ambiental de dois modelos de *harvester* utilizados para colheita de eucalipto em áreas planas.

## **1.3 Hipótese**

Apesar de apresentarem características técnicas semelhantes os dois modelos de *harvester* proporcionam resultados técnicos e econômicos distintos.

## **1.4 Escopo do trabalho**

A pesquisa avaliou a operação do corte de floresta de eucalipto, compreendendo as atividades de derrubada e processamento da árvore, com idade de 6 anos, no sistema de toras curtas, com traçamento em toras de 6 m de comprimento, utilizando-se dois modelos de *harvester*, considerando-se as características relacionadas ao tipo da floresta; custos; eficiência; operacionalidade e aspectos ambientais.

Inicialmente houve o acompanhamento no campo das atividades operacionais de corte com *harvester*. Realizou-se um estudo de tempos e movimentos pelo método de tempos contínuos, com acompanhamento das interrupções do trabalho de cada máquina visando obter informações relevantes sobre as mesmas, de modo a obter informações sobre seus

ciclos operacionais, bem como obter subsídios para a avaliação técnica e econômica de cada máquina estudada e avaliação dos impactos ambientais.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na determinação dos custos operacionais e de produção de cada máquina, para a avaliação econômica das mesmas.

A terceira etapa consistiu na avaliação dos impactos ambientais da colheita mecanizada de *harvester*, com quantificação dos impactos gerados à partir da colheita.

Para se padronizar a coleta de dados, a pesquisa foi conduzida em povoamentos florestais com características semelhantes, em áreas de empresas florestais (Espírito Santo e Bahia) que utilizaram dois modelos de *harvester*'s. Os critérios de similaridade foram:

- Declividade do terreno: inclinação máxima de 5%;
- Povoamento florestal: *Eucalyptus grandis*;
- Idade dos plantios: 6 anos;
- Volume individual por árvore : 0,18 à 0,23 m<sup>3</sup>;
- Condições climáticas: avaliação realizada no mesmo período do ano;
- Sistema de colheita: toras curtas (6 m de comprimento);
- Tempo de uso das máquinas: 16 a 19 mil horas .

#### **1.4.1 Área de Estudo**

A área de estudo situa-se na Região Sudeste do Brasil, ao norte do Estado do Espírito Santo e ao sul da Bahia, especificamente, nos municípios Conceição da Barra – ES e Caravelas – BA (Figura 1). O relevo é caracterizado como praticamente plano a suave ondulado com declividade máxima de até 5%, altitudes entre 10 a 50 m, clima tropical úmido, precipitação média anual de 1350 mm, sendo o período chuvoso de outubro a dezembro e o período seco de julho a setembro (INMET, 2011).

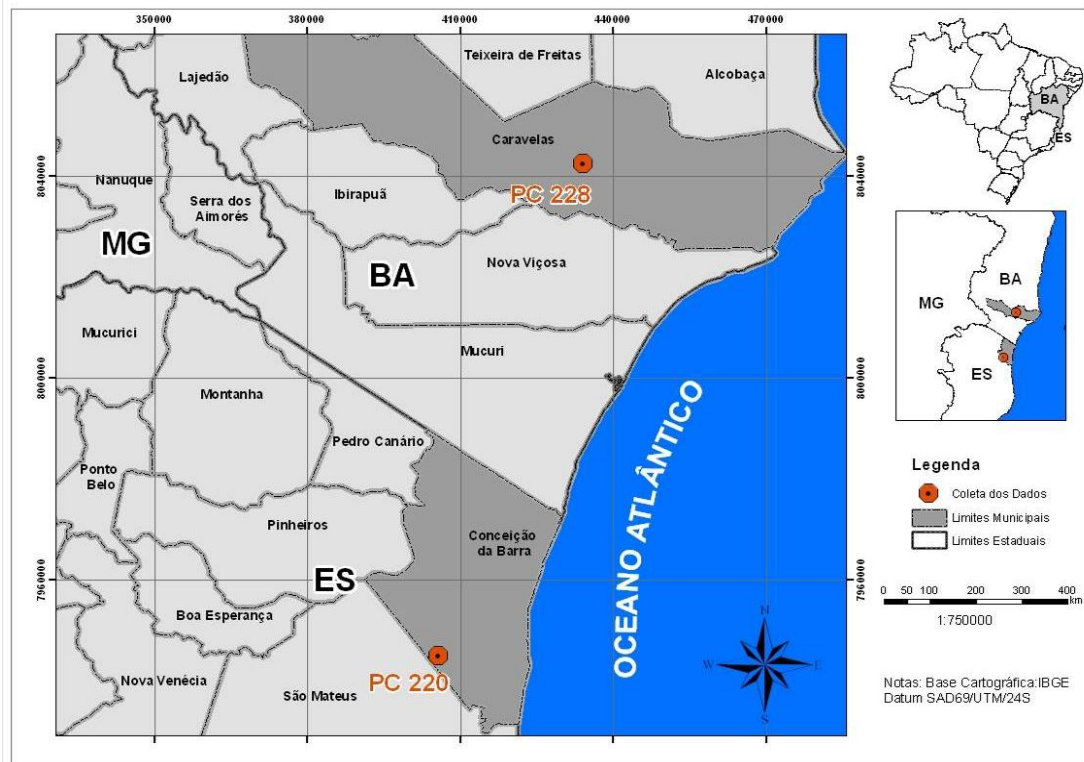


Figura 1 – Localização geográfica das áreas do estudo.

A visualização aproximada, por meio de imagem de satélite das áreas de coleta é apresentada nas Figuras 02 e 03.

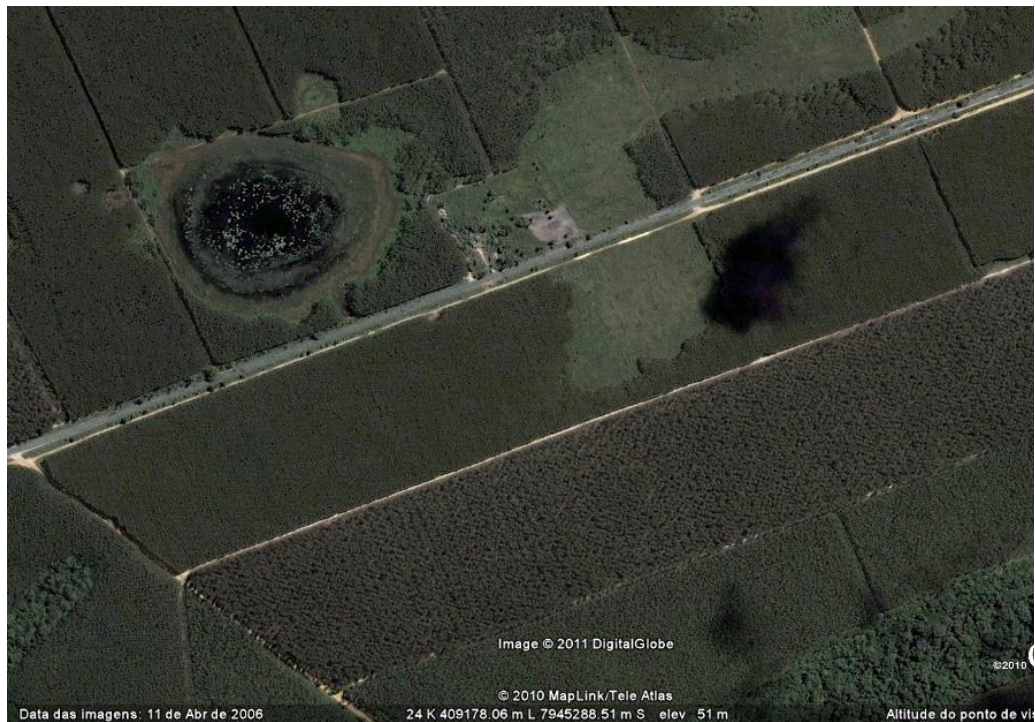


Figura 2 – Local de coleta de dados referentes ao modelo PC 200.



Figura 3 – Local de coleta de dados referentes ao modelo PC 228.

#### 1.4.2 Sistema de colheita

Utilizou-se o sistema de colheita de toras curtas com operações mecanizadas de abate e processamento. Na operação de corte foram utilizados dois modelos diferentes de *harvester's*, sendo a extração realizada por *forwarder*. A operação é realizada em dois turnos diários de 8 horas.

#### 1.4.3 Seqüência de trabalho do *harvester*

O *harvester*, executa as atividades de derrubada, descascamento, desganhamento e traçamento em toras de 6,0 m de comprimento. A seqüência de trabalho é constituída pelo posicionamento do cabeçote na árvore, realização da derrubada, direcionamento da queda da árvore e o processamento da árvore à esquerda da máquina. O eito de trabalho foi de quatro fileiras de árvores e a madeira, depositada à esquerda do sentido de deslocamento da máquina.



#### 1.4.4 Caracterização dos *harvesters*

O *harvester* é uma das principais máquinas utilizadas no sistema de toras curtas. Trata-se de uma máquina autopropelida que pode ser projetada e construída para este fim ou uma escavadeira hidráulica, constituída por um conjunto motriz de alta mobilidade dentro da floresta e boa estabilidade, um braço hidráulico e um cabeçote processador (AMABILINI, 1991).



É uma máquina que pode executar, simultaneamente, as operações de derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e embandeiramento da madeira (MACHADO, 2008).

Os *harvester's* são máquinas de avançada tecnologia e muito bem aceitas pela capacidade que possuem de operar em condições variadas e em situações adversas. São máquinas adequadas para operações com toras de 2,0 a 6,0 m de comprimento (BURLA, 2008).

Malinovski & Malinovski (1998) definem um *harvester* como um trator florestal derrubador, desgalhador, traçador e empilhador, composto por uma máquina base de pneus ou esteira, uma grua e um cabeçote, na qual a movimentação e o acionamento dos dispositivos que compõem o cabeçote são realizados pelo operador, que empunha um joystick.

Nesta pesquisa avaliou-se dois modelos de *harvester*, PC-228 SHO e PC-200 LC, fabricado pela Komatsu, com configuração florestal, sobre esteiras, equipadas com motor Tier III. As principais características encontram-se compiladas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais características dos dois modelos de *harvester's* avaliados.

Características	Máquina 01	Máquina 02
Imagem		
Modelo	Escavadeira Hidráulica Komatsu PC-200 LC	Escavadeira Hidráulica Komatsu PC-228 SHO
Peso (kg)	21.000	22.630
Motor	Komatsu SAA6D107 E-1 de 6 cilindros, turboalimentado com aftercooler, 4 tempos, arrefecido a água, injeção direta, 2000 rpm.	Komatsu SAA6D107 E-1 de 6 cilindros, turboalimentado com aftercooler, 4 tempos, arrefecido a água, injeção direta, 2000 rpm.
Potência motor (HP)	155	155
Custo de aquisição da máquina base (R\$)	650.000,00	700.000,00
Rodantes	esteiras com armação central em "X"	esteiras com armação central em "X"
Cabeçote	Valmet 370 E	Valmet 370 E
Custo de aquisição do cabeçote (R\$)	228.800,00	228.800,00

(Fonte: Komatsu, 2010).

As principais diferenças entre os dois modelos estão em suas dimensões externas. Apesar de mais pesada, a PC 228 possui o motor mais compacto que a PC 200, com formato arredondado, tendo sido projetada para trabalho em áreas com espaço reduzido.

Os dois modelos avaliados operam com um cabeçote *harvester* Valmet 370 E (Figura 4), com peso de 1.600 kg, 6 facas, com vida útil estimada de 15.000 horas, sem valor residual.



Figura 4 –Cabeçote das máquinas avaliadas.

#### **1.4.5 Método de Amostragem**

As informações referentes às características avaliadas do corte florestal mecanizado foram coletadas durante um período de 6 meses, que compreende os meses de março a agosto de 2010.

Para a avaliação técnica e econômica, o método de amostragem utilizado foi o censo (amostragem 100%) para o período avaliado (março a agosto de 2010). Já para o estudo de tempos e movimentos utilizou-se o método de amostragem, com número mínimo de amostras estabelecidos conforme metodologia proposta por Barnes (1977). Para a avaliação ambiental utilizou-se o método de observação.

## 1.5 Referencias bibliográficas

ABRAF. **Anuário Estatístico**: ano base 2009/ABRAF. - Brasília, 2010. 136p.

AMABILINI, V.D. Utilização do *Harvester* na exploração florestal. In: Simpósio Brasileiro sobre Exploração e Transporte Florestal. Belo Horizonte. 1991. p 349-364.

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. Tradução de 6 ed. Americana-SP, Edgard Blucher, 1977. 635p.

BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "harvester" na colheita de madeira**. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Ciências Florestais) Piracicaba. 2001. 50 p.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do harvester na colheita e processamento de madeira em diferentes condições de declividade e produtividade florestal**. UFV. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UFV, Viçosa, 2008.

INMET. Instituto nacional de meteorologia. **Disponível em:**  
<http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/> Acesso em 12 de janeiro de 2011.

LOPES, E.S. Capacitação profissional frente às inovações tecnológicas. **Revista Opiniões**. jun.- ago. p. 41. 2010.

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

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

MALINOVSKI, R. A, MALINOVSKI, J. R., **Evolução dos Sistemas de Colheita de Madeira de Pinus no Sul do Brasil**. Curitiba, 1998. – FUPEF.

PEREIRA, R.S. Inovações tecnológicas da colheita e transporte de madeira. **Revista Opiniões**. jun.- ago. p. 41. 2010.

SEIXAS, F. As inovações da colheita de madeira. **Revista Opiniões**. jun.- ago. p. 41. 2010.

PACCOLA J. E. Desafios da manutenção mecânica frente às inovações tecnológicas. **In: Anais do 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL 2003**, Belo-Horizonte: UFV/SIF, 2003. p.267-179.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita mecanizada de eucalipto**. 2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. UNESP. Botucatu, 2008.

VIEIRA, G. A. & SALUM, J. J. A mudança da produção do norte para o sul do planeta. **Revista Opiniões**. jun.- ago. p. 24. 2007.

YONEZAWA, J. T. A evolução da colheita mecanizada. **Revista Opiniões**. jun.- ago. p. 41. 2010.

# CAPÍTULO 02

## 2 AVALIAÇÃO TÉCNICA DE DOIS MODELOS DE HARVESTER

### 2.1 Introdução

A mecanização das atividades é sem dúvida um dos fatores de grande importância no resultado final de um empreendimento e, se utilizada de maneira adequada propiciará o aumento da produtividade na realização dos trabalhos e, por sua vez melhora na qualidade do produto. A mecanização também agrega valores às condições de trabalho, ao substituir a força humana e animal em atividades que envolvam riscos ou perigos ao bem estar (BURLA, 2001).

Os tratores florestais têm características e recursos próprios que os deixam muito à frente dos tratores agrícolas, constituindo uma categoria especial, cujas aplicações são comumente o corte, o processamento e a extração florestal. O mercado tem disponível grande número desses tratores com múltiplos propósitos, concentrando todas as funções em um só chassi necessitando de apenas um operador. A produtividade é determinada em função do volume de madeira processada na unidade de tempo (LIMA e LEITE, 2002).

A evolução da mecanização trouxe progressos para a colheita florestal, como: máquinas com *design* ergonômico; motosserras mais leves e com

menos vibração e ruído; máquinas com cabeçote de corte e acumulador (*Feller-buncher*), que permitem fazer feixes para o arraste; e máquinas com cabeçote de corte, acumulador e processador (*harvester*), que deixam a madeira pronta para o carregamento (MACHADO, 2008).

Nos últimos anos, a atividade florestal no Brasil evoluiu consideravelmente, do ponto de vista técnico. Essa evolução, somada à escassez de recursos financeiros, evidenciou a necessidade de planejar e controlar a atividade florestal, condição indispensável para uma adequada gestão dos recursos produtivos (MACHADO e LOPES, 2008).

A complexidade da colheita florestal se deve à dificuldade de se controlar simultaneamente um grande número de variáveis oriundas dos fatores técnicos, econômicos, ambientais e ergonômicos.

Para Valverde (1995), a racionalização e a otimização da atividade florestal pelo planejamento, organização e controle são fundamentais para a redução dos custos e da melhoria da qualidade do produto florestal.

Diversas empresas do setor florestal brasileiro utilizam o que existe de mais moderno nas suas etapas de produção, principalmente em florestas homogêneas, desde a obtenção de mudas até a entrega da madeira nos pátios nas indústrias. No entanto, não há evidências, na literatura, que as empresas florestais brasileiras, que importaram ou importam máquinas especializadas para colheita de madeira, tenham informações precisas sobre em quais situações as máquinas tem sua capacidade produtiva maximizada considerando aspectos técnicos e econômicos (BURLA, 2008).

Dispondo do conhecimento sobre a melhor condição de aplicação da máquina e/ou equipamento na colheita da madeira, a empresa pode refinar seu planejamento operacional e dimensionar recursos suficientes para realizar esta com a melhor técnica e menor custo, seguramente aumentando sua competitividade no setor e seguramente prolongando a vida útil de suas máquinas (BURLA, 2008).

No sistema de toras curtas, o *harvester* é a principal máquina utilizada na derrubada e processamento, que consiste, em alguns casos, no descascamento das árvores, no desgalhamento e no corte em toras de comprimento pré-determinado, deixando as toras agrupadas e prontas para serem retiradas do plantio (MACHADO, 2008).

A grande preocupação que deve nortear a atividade de colheita de madeira com *harvester* é a variação e a sustentabilidade do rendimento da máquina nas diferentes condições florestais da empresa, principalmente no que se diz respeito a produtividade florestal (BURLA, 2008).

A produtividade individual de uma máquina de colheita de madeira irá depender de diversos fatores dos quais se destacam: a extensão da área de trabalho; os aspectos climáticos; a capacidade de suporte do terreno; o relevo; as características das árvores; as características da floresta, do sistema de colheita e da capacitação do operador (SILVA, 2008).

O presente capítulo visa analisar os aspectos técnicos de dois modelos diferentes de *harvester* e contribuir para a melhoria no funcionamento da mesma na colheita florestal, através da avaliação técnica do corte mecanizado de madeira de eucalipto com *harvester*.

## 2.2 Material e métodos

### 2.2.1 Amostragem

A área de amostragem foi determinada utilizando-se a metodologia de BARNES (1977), por meio de um estudo piloto. Sabendo-se o número de observações necessárias e levando em consideração as faixas de corte de cada máquina utilizadas pela empresa definiu-se o tamanho mínimo da área a ser colhida por cada máquina, que proporcione o número mínimo de observações a serem coletadas.

Foi definido o número de observações do ciclo operacional de cada *harvester*, a fim de atingir o número de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, por meio da equação 1:

$$\text{Equação 01: } n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2}$$

Onde:

n = número mínimo de ciclos necessários;



t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado, (n-1) graus de liberdade;

CV = coeficiente de variação, em porcentagem e;

E = erro admissível, em porcentagem.

No estudo preliminar foram observados o ciclo de trabalho e as atividades parciais que o compõe. A partir deste, foram elaborados formulários específicos para coleta de dados.

### 2.2.2 Determinação da Produtividade

A determinação da produtividade do *harvester* ( $m^3h^{-1}$ ) foi considerada através do volume médio por árvore fornecido pelo inventário pré-corte, tendo seu valor multiplicado pelo número de árvores colhidas, obtendo-se o volume total extraído. A partir do acompanhamento do *harvester* foram obtidas as horas efetivamente trabalhadas. Esse tempo foi considerado como numero total de horas decrescendo-se as interrupções mecânicas e operacionais. A produtividade foi calculada seguindo-se a equação 02:

$$\text{Equação 02:} \quad \text{Prod} = \frac{(na \times va)}{he}$$

Onde: Prod= Produtividade ( $m^3h^{-1}$ );

na = número de árvores colhidas (ud);

va = volume médio por árvore ( $m^3$ );

he = horas efetivas de trabalho (h).

### 2.2.3 Disponibilidade mecânica

A disponibilidade mecânica refere-se à aptidão da máquina para encontrar-se em perfeitas condições de uso, a fim de desempenhar sua função produtiva de acordo com condições preestabelecidas, durante um dado intervalo de tempo (FONTES e MACHADO, 2008). Foi considerada como a porcentagem de tempo de trabalho programado em que a máquina está mecanicamente apta a realizar trabalho produtivo. Foi expressa pela equação 03:

$$\text{Equação 03:} \quad DM = \frac{(H - TPM)}{H \times 100}$$

Onde: DM= Grau de disponibilidade mecânica (%)

TPM = Tempo de permanência em manutenção (h) e

H= horas totais (h).

### 2.2.4 Grau de utilização

Para o cálculo do grau de utilização da máquina considerou-se como a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado, expressa pela equação 04:

$$\text{Equação 04:} \quad GU = \frac{he}{(he + hp)} \times 100$$

Onde: GU = Grau de utilização (%);

he = horas efetivas de trabalho (h) e;

hp = Horas paradas operacionais (h).

### 2.2.5 Eficiência operacional

A eficiência operacional é dada pelo produto da disponibilidade mecânica e o grau de utilização, conforme expressa pela equação 05:

$$\text{Equação 05:} \quad EO = \frac{DM \times GU}{100}$$

Onde: EO = Eficiência Operacional (%);

DM = Disponibilidade mecânica (%) e;

GU = Grau de utilização (%).

### 2.2.6 Estudo de tempos e movimentos

O estudo de tempos e movimentos foi realizado, utilizando-se o método de estudo contínuo, com apoio da videofilmagem proposto por Barnes (1977). Em campo, com a utilização de uma câmera filmadora Sony DCR- SR 47 registrou-se todas as atividades realizadas pelos dois modelos diferentes de *harvester*, com número mínimo de amostras estabelecidas no levantamento piloto.

Em escritório assistiu-se à filmagem por várias vezes até o total entrosamento com as atividades que compõe o ciclo, quando então houve o estudo da filmagem com separação de cada atividade realizada. Daí anotou-se o tempo gasto (segundos) para cada uma delas. A separação das atividades constantes no ciclo operacional dos *harvesters* podem ser observados na Tabela 2 e ilustrado na Figura 2.

Tabela 2 - Distribuição das atividades dos *harvester* avaliados no estudo de tempos e movimentos.

Atividade	Descrição
Deslocamento	Compreendeu o deslocamento desde a posição final do último ciclo até a chegada próxima à árvore a ser cortada.
Derrubada	Compreendeu o tempo gasto para realizar o abate e tombar a árvore ao solo.
Processamento	Compreendeu o tempo necessário para processar a árvore em toras, contemplando o descascamento, destopamento e traçamento, e o empilhamento das toras.
Outras	Compreendeu a interrupção das atividades do ciclo operacional por motivos diversos.



Deslocamento



Derrubada



Processamento



Outras

Figura 5 – Atividades que compõem o ciclo operacional dos *harvesters* avaliados.

Para obtenção dos resultados calculou-se as médias de cada elemento do ciclo operacional.

## 2.3 Resultados e discussão

### 2.3.1 Produtividade

O número de árvores colhidas, o volume total, o volume por árvore e a produtividade obtidos mensalmente, para cada máquina avaliada estão compilados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Número de árvores (n), volume total (m<sup>3</sup>), Volume (m<sup>3</sup> por árvore) e Produtividade Média (m<sup>3</sup>/h), para o *harvester* modelo PC 200.

Mês	n. árv.	V (m <sup>3</sup> )	V(m <sup>3</sup> /árv.)	Produtividade (m <sup>3</sup> /h)
mar/10	31.203	6.154,29	0,197	18,79
abr/10	10.883	1.966,96	0,181	20,24
mai/10	41.829	7.622,9	0,182	18,65
jun/10	47.140	8.596,15	0,182	20,19
jul/10	16.731	2.520,86	0,151	17,35
ago/10	37.082	6.139,04	0,166	16,20
<b>Média</b>	<b>30.811,3</b>	<b>5.500,03</b>	<b>0,177</b>	<b>18,57</b>

Tabela 4 - Número de árvores (n), volume total (m<sup>3</sup>) , Volume (m<sup>3</sup> por árvore) e Produtividade Média (m<sup>3</sup>/h), para o *harvester* modelo PC 228.

Mês	n. árv.	V (m <sup>3</sup> )	V(m <sup>3</sup> /árv.)	Produtividade (m <sup>3</sup> /h)
mar/10	24.789	5.455,22	0,220	18,27
abr/10	18.553	4.283,24	0,231	18,54
mai/10	9.200	2.341,61	0,255	22,65
jun/10	11.112	1.850,84	0,167	15,73
jul/10	40.283	9.157,09	0,227	21,40
ago/10	39.436	8.684,06	0,220	22,70
<b>Média</b>	<b>23.895,5</b>	<b>5.295,34</b>	<b>0,220</b>	<b>19,88</b>

A produtividade média no período de estudo foi de 18,57 m<sup>3</sup>/hora para a PC 200, e para a PC 228 19,88 m<sup>3</sup>/hora. Comparando-se os resultados obtidos para as duas máquinas avaliadas pode-se observar que o modelo PC 228 obteve uma produtividade média maior.

As maiores produtividades foram encontradas nos meses abril para a PC 200 (20,24 m<sup>3</sup>/hora) e agosto para a PC 228 (22,70 m<sup>3</sup>/hora).

Os valores médios encontrados se assemelham aos resultados obtidos por Magalhães e Katz (2010) que foi de 19,0 m<sup>3</sup>/hora, para floresta em condições volumétricas semelhantes (volume individual por árvore médio de 0,210 m<sup>3</sup>). No entanto, os valores obtidos foram inferiores aos resultados encontrados por Burla (2008) que obteve uma produtividade média de 23,01 m<sup>3</sup> de madeira no corte com *harvester* de pneus, em área de volume individual médio por árvore de 0,251 m<sup>3</sup>.

### 2.3.2 Disponibilidade mecânica

O grau de disponibilidade mecânica dos dois modelos de *harvester*, durante os meses avaliados está compilado pela Tabela 5.

Tabela 5 - Disponibilidade mecânica (%), em função do modelo e período (mês).

Modelo	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	Média
PC 200	94,32	97,91	87,00	94,12	83,37	89,83	<b>91,09</b>
PC 228	84,40	75,86	58,93	88,43	89,41	85,77	<b>80,47</b>

A maior disponibilidade mecânica foi observada na PC 200, com média de 91,09 %, enquanto a média da PC 228 observada foi de 80,47%, que encontra-se abaixo da meta mínima estabelecida pela empresa que é de 82%. A menor disponibilidade mecânica ocorreu no mês de maio para a PC 228 (58,93%). Esse resultado se deu pelo elevado número de horas paradas em que a máquina esteve em manutenção devido a superaquecimento do motor.

Aumentar a disponibilidade mecânica de uma máquina implica em reduzir o número de falhas ocorridas e aumentar a rapidez de correção das mesmas, melhorar os procedimentos de trabalho e logística e, também da interdependência desses fatores (FONTES & MACHADO, 2008).

### 2.3.3 Grau de utilização

O grau de utilização dos dois modelos de *harvester*, durante os meses avaliados está compilado na Tabela 6.

Tabela 6 - Grau de utilização (%), em função do modelo e período de amostragem.

Modelo	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	Média
PC 200	84,06	84,15	87,87	87,07	82,24	82,24	<b>84,61</b>
PC 228	69,73	59,79	71,53	71,84	85,56	85,56	<b>74,00</b>

A média do grau de utilização foi superior para o *harvester* modelo PC 200, mas depende de vários fatores e, principalmente, da quantidade de perda ou impedimento de trabalho através de paradas (CANTO, 2003).

### 2.3.4 Eficiência operacional

A eficiência operacional da PC 200 (77,09 %) é consideravelmente superior a PC 228 (59,96 %). Segundo Machado (1989), a eficiência operacional de máquinas florestais para a colheita florestal, não deve ser inferior à 70%. Os resultados encontrados para o modelo PC 228 apresentam um valor bem inferior ao sugerido pelo autor.

Tabela 7– Eficiência operacional (%), em função do modelo e período avaliados.

Modelo	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	Média
PC 200	79,28	82,39	76,45	81,96	68,56	73,87	<b>77,09</b>
PC 228	58,86	45,35	42,15	63,53	76,50	73,38	<b>59,96</b>

### 2.3.5 Estudo de tempos e movimentos

Por meio do estudo de tempo e movimentos foi possível determinar o percentual gasto em cada atividade do processo, podendo

assim, aperfeiçoá-las e, conseqüentemente, aumentar a produção do conjunto operador - máquina.

Durante a pesquisa foram amostrados 328 (PC 200) e 287 (PC 228) ciclos, para os dois modelos de *harvester*, valores que satisfizeram o número mínimo exigido na amostragem piloto que foi de 291 e 245, respectivamente.

O coeficiente de variação para cada ciclo foi de 49,39 (PC 200) e 58,91 (PC 228). Os resultados do estudo de tempo e movimento foram demonstrados em segundos e porcentagem. O tempo médio para processamento foi de 10,41 segundos por árvore para a PC 200 e 14,90 segundos para a PC 228. As médias encontradas para os elementos do ciclo operacional no estudo de tempos da operação de corte estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias obtidas para cada elemento do ciclo operacional (em segundos).

Atividade	PC 200	PC 228
Deslocamento	4,15	6,19
Derrubada	4,12	4,33
Processamento	10,41	14,90
Outras	3,29	1,75
<b>Total</b>	<b>19,32</b>	<b>27,17</b>

Os resultados em percentual para cada elemento do ciclo, para as duas máquinas avaliadas estão plotados na Figura 6.

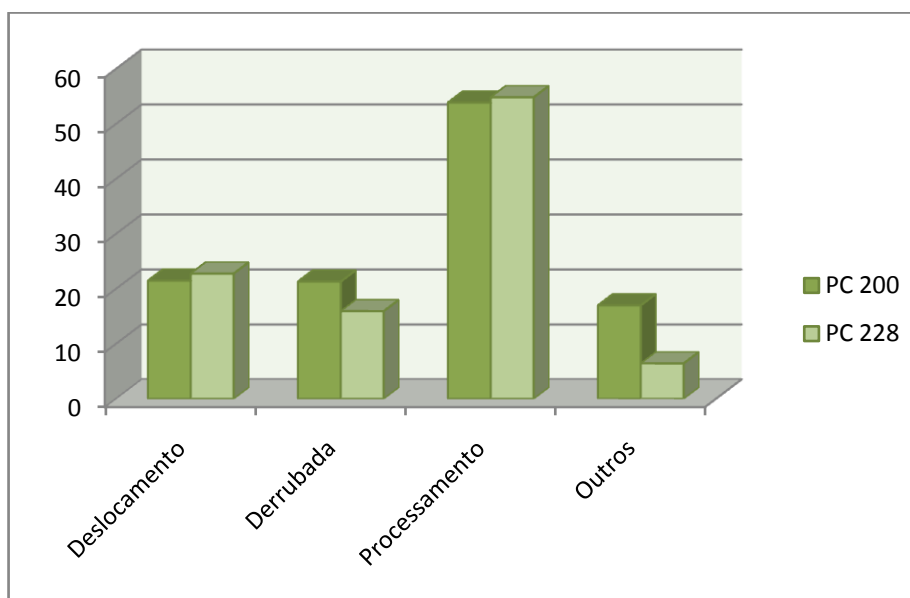


Figura 6 - Distribuição das atividades das duas máquinas avaliadas.

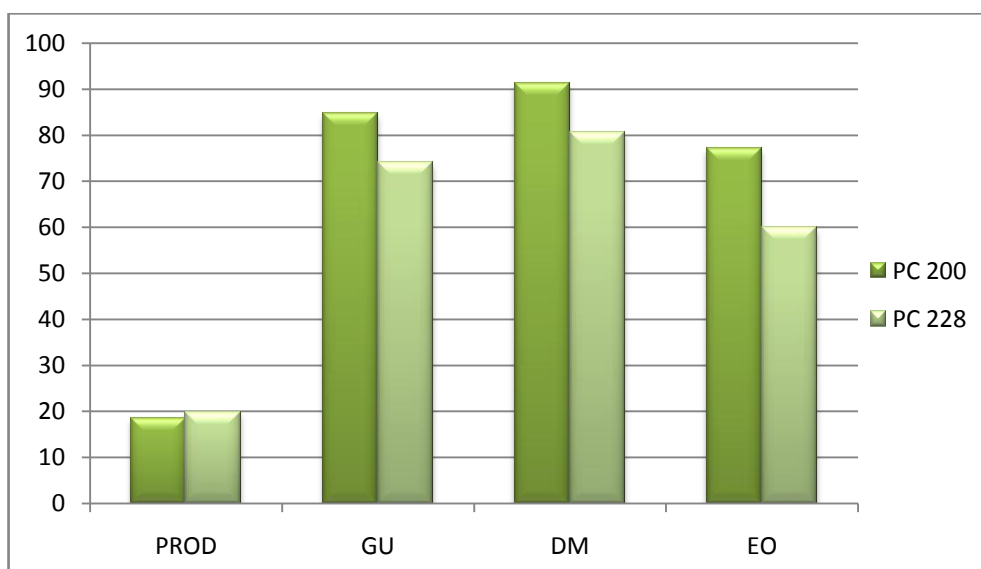


Pode-se observar que o elemento parcial de Processamento foi o elemento responsável pela maior parte do tempo gasto no ciclo operacional do *harvester*, em ambas as máquinas

O elemento do ciclo que mais se assemelhou entre as máquinas foi o deslocamento, que correspondeu à 21,49 e 22,78 segundos para a PC 200 e PC 228, respectivamente, enquanto o elemento em que houve uma considerável diferença foi: Outros. A PC 200 (17,01 %) parou mais vezes no ciclo que a PC 228 (6,44 %). As paradas observadas foram aquelas que fizeram parte da porção do tempo total durante os quais o *harvester* foi programado para executar o trabalho. Na PC 200, onde observou-se um maior número de paradas, verificou-se que o principal motivo foi o rearranjo de toras que é corrigível com o treinamento do operador.

### 2.3.6 Comparação técnica das duas máquinas

Comparando as médias encontradas para os itens: produtividade, disponibilidade mecânica, grau de utilização e eficiência operacional, para as duas máquinas observou-se que, a PC 200 mostrou-se superior à PC 228 (Figura 7), à exceção da produtividade (m<sup>3</sup>/hora).



Legenda: PROD= produtividade; GU= Grau de utilização; DM = Disponibilidade mecânica; E) = Eficiência Operacional

Figura 7- Comparativo dos parâmetros técnicos para os dois *harvesters* avaliados.

## 2.4 Referências bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. Tradução de 6 ed. Americana-SP, Edgard Blucher, 1977. 635p.

BURLA, E. R. **Mecanização de atividades silviculturais em relevo ondulado**. Belo Oriente. CENIBRA, 2001. 144p.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do *harvester* na colheita e processamento de madeira em diferentes condições de declividade e produtividade florestal**. UFV. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UFV, Viçosa, 2008.

CANTO, J.L. **Avaliação de desempenho operacional de *Harvester* e *Forwarder* na colheita de *Pinus taeda***. Santa Maria, UFSM, 2003. 54 f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

FONTES, J. M. & MACHADO, C. C. Manutenção mecânica. **In: Colheita florestal**. Carlos Cardoso Machado, Editor. Viçosa: UFV, 2002. Cap. 9. p. 243-291.

LIMA, J.S.S.; LEITE, A.M.P. Mecanização **In.:** Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 468p.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 584p. 2008.

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

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

MAGALHÃES, P.A.D e; KATZ, I. **Estudo da viabilidade econômica da mecanização do processo de colheita florestal com *harvester* em uma indústria madeireira**. *Tékhné Lógos*, Botucatu, SP, v.2, n.1, out. 2010. p.72 a 91.

SILVA, E.N. 2008. **Avaliação técnica e econômica do corte de pinus com *harvester***. Viçosa – MG. UFV, 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

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

# CAPÍTULO 03

## **3 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE DOIS MODELOS DE *HARVESTER***

### **3.1 Introdução**

Dentro do cenário de expansão da produção e a busca por competitividade, o Brasil é avaliado por experientes profissionais como um dos países que possui as melhores condições de atrair investimentos para implantação de empreendimentos florestais (SILVA, 2008).

MACHADO e LOPES (2000), afirmam que a colheita e o transporte florestal são responsáveis por mais da metade do custo final da madeira colocada no centro consumidor. Por esse motivo, a seleção de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento de sistemas operacionais constituem o grande desafio para a redução dos custos operacionais de colheita e transporte florestal.

Com o aumento da demanda de madeira para atender à produção de celulose e fabricação de painéis no Brasil, a evolução da mecanização da colheita florestal intensificou-se, desencadeando um processo contínuo de

avaliação dos rendimentos operacionais e dos custos, devido a colheita resultar em um percentual de custo elevado (SIMÕES, 2008).

O custo operacional de uma máquina, segundo HARRY et al. (1991), é o somatório de todos os custos resultantes de sua aquisição e operação. O seu conhecimento é uma etapa de fundamental importância para o planejamento e o controle de sua utilização. A variação deste custo é influenciada, principalmente, pela eficiência operacional e pela jornada de trabalho.

A utilização de equipamentos de alta tecnologia, como o *harvester*, aumentou o rendimento operacional, a segurança no trabalho e colocou os custos entre os mais competitivos do mundo (MAGALHÃES e KATZ, 2010).

A redução dos custos da colheita é, segundo REZENDE et. al. (1997), vital para qualquer empresa, uma análise detalhada e por partes dos custos nos diferentes métodos de colheita tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de reduzi-los.

Desta forma, o presente capítulo visa avaliar os aspectos custos do corte mecanizado de madeira de eucalipto com *harvester* dos dois modelos de *harvesters*, visando contribuir para a diminuição dos custos operacionais e de produção,.

### **3.2 Material e métodos**

Na determinação dos custos operacionais dos dois diferentes modelos de *harvester* utilizou-se o método contábil, o qual utiliza valores estimados e reais. Os custos foram estimados pela metodologia proposta pela FAO segundo MACHADO e MALINOVSKI (1988).

Nesta metodologia os custos são classificados em componentes de custo, onde os custos da máquina são compostos por:

- Custos de Maquinário (Custos fixos e custos variáveis);
- Custos de pessoal (mão-de-obra);
- Custos de administração.

Assim, o custo final obtido foi o somatório dos custos de maquinário (fixos e variáveis), pessoal (mão-de-obra) e de administração em horas efetivas, obtidas pela equação 6:

$$\text{Equação 06:} \quad CT = (CF + CV) + CAD + CMO$$

Onde: CT = Custos totais;

CF = Custos fixos;

CV = Custos variáveis;

CAD = Custos de administração;

CMO = Custos com mão-de-obra.

### 3.2.1 Custo de maquinário

#### 3.2.1.1 Custos fixos

- **Juros**

Os juros ( $J = R\$ hf^{-1}$ ) foram calculados pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento, correspondente ao capital proporcionado por agência financeira, aqui obtidos conforme equações 7 e 8.

$$\text{Equação 07:} \quad J = \frac{(IMA \times i)}{Hf}$$

Onde: J= juros ( $R\$.Hf^{-1}$ );

i = taxa anual de juros simples (%);

Hf = horas efetivas de uso anual.

IMA – Investimento médio anual.

*Equação 08:*

$$IMA = \frac{Va[(t+1) + Vr(t-1)]}{(2 \times t)}$$

Onde: Va = valor de aquisição da máquina (R\$);

Vr = valor residual da máquina (R\$);

t= vida útil em anos.

- **Seguros**

Os seguros são feitos contra riscos de incêndios e acidentes. O valor anual é estabelecido entre 5 a 10% do valor de aquisição da maquina ou equipamento. Neste caso, adotou-se a taxa de 5%, aplicando a equação 09.

*Equação 09:*

$$S = \frac{(Va \times P)}{Hf}$$

Onde: S= seguros (R\$.Hf<sup>-1</sup>);

Va = valor de aquisição da máquina;

P = percentagem expressa em forma decimal.

Hf = horas efetivas de uso anual.

- **Impostos**

Correspondem a valores anuais relacionados com a propriedade da máquina ou equipamento (IPI, ICMS e frete), calculados conforme equação 10.

*Equação 10:*

$$I = \frac{Ia}{Hf}$$

Onde: Ia = Impostos anuais (R\$);

Hf = horas efetivas de uso anual.

- **Depreciação**

A depreciação é um modo de recuperar o investimento original de uma máquina. Aqui, utiliza-se a depreciação linear, conforme observa-se na equação 11:

$$\text{Equação 11:} \quad D = \frac{(Va - Vr)}{H}$$

Em que: D = Depreciação;

Va = Valor de aquisição da máquina (R\$)

Vr = valor residual (R\$)

H= vida econômica da máquina (horas totais).

### 3.2.1.2 Custos variáveis

São os custos que variam, proporcionalmente, com a quantidade produzida ou com o uso da máquina, tais como os custos de combustível, lubrificantes, óleo hidráulico, pneus, remuneração de pessoal e manutenção e reparos.

- **Combustível**

O consumo de combustível é função da potência do motor, fator de carga, altitude, temperatura, tipo de combustível, etc. Foi calculado multiplicando-se o consumo médio horário de cada máquina, segundo sua média semestral, pelo preço atual de mercado do óleo diesel (equação 12).

$$\text{Equação 12:} \quad CC = Cb(\text{mensurada}) \times p$$

Onde: Cb = Consumo de combustível por hora efetiva de trabalho (L He<sup>-1</sup>);

P = preço atual de mercado (R\$).



- **Manutenção e reparos**

Consistem basicamente em mão-de-obra e encargos sociais, além de peças de reposição e outros materiais. Neste caso foram obtidos segundo a equação 13:

*Equação 13:* 
$$MR = \frac{Va}{H}$$

Onde: MR = manutenção e reparos;

Va= valor de aquisição;

H = vida econômica da máquina (horas totais).

### **3.2.2 Custos da mão-de-obra**

São custos variáveis, sendo formados pelos custos diretos e indiretos com o operador da máquina, obtidos pela equação 14.

*Equação 14:* 
$$CMO = \frac{12 \times Sm(1 + s)}{Hf}$$

Onde: Sm = Salário mensal

s = fator de encargos sociais

Hf = horas efetivas de uso anual.

Para efeito de cálculo adotou-se o mesmo fator de encargos sociais utilizados por Burla, (2008), logo  $s=1,2$ , que significa a incidência de 120% sobre o valor do salário do funcionário.

### 3.2.3 Custo de Administração

São os custos indiretos, relacionados com a administração do trabalho e maquinário. Neste caso adotou-se  $k = 10\%$ , segundo a equação

$$\text{Equação 15: } CAD = CD \times K$$

Onde: CD = custos diretos do maquinário e mão de obra;

K = coeficiente de administração que varia entre 10 a 20 % ( $0,10 \leq k \leq 0,20$ )

Em todos os cálculos, a conversão dos valores em reais para dólar foi feita baseando-se na média anual de 2010, segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2011).

## 3.3 Resultados e discussão

### 3.3.1 Custos operacionais

Na situação real local, na qual ambos modelos de *harvester* trabalham por um período de 16 horas diárias, e o fato de que a presença de alguns custos agregados apenas no período diurno de trabalho interferiria na avaliação econômica do período noturno, procedeu-se os cálculos referentes aos custos operacionais apenas para a jornada de trabalho completa, com o intuito de representar o custo real dos *harvester*.

Adotou-se um valor residual das máquinas em 20% do valor de aquisição da máquina base (sem o cabeçote), com taxa de juros baseada no valor médio anual do IGP-M para 2010, e o valor de conversão do dólar obtido pela média anual de 2010 (FGV, 2011). Os valores utilizados no cálculo do custo dos dois diferentes modelos de *harvester* podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores utilizados no cálculo do custo operacional das máquinas avaliadas.

Itens	PC 200	PC 228
Taxa de juros anual (%)	11,322	11,322
Valor de aquisição (R\$)	878.800,00	928.800,00
Vida útil (horas)	25.000	25000
Valor residual (R\$)	130.000,00	140.000,00
Taxa de conversão do dólar	1,76	1,76
Consumo médio diesel por hora (l/h)	19,98	19,75
Consumo médio de óleo hidráulico (l/h)	0,21	0,62
Consumo médio de óleo motor (l/h)	0,13	0,12
Custo do diesel (R\$)	1,92	1,92
Custo óleo hidráulico (R\$)	17,80	17,80
Custo de óleo motor (R\$)	10,80	10,80
Produtividade horária (m³)	18,57	19,88
Horas trabalhadas mensais (média)	385,21	402,04

Aplicando-se a metodologia da FAO segundo Machado e Malinovski (1988), obteve-se o custo operacional para os modelos PC 200 e PC 228 de R\$ 156,95 e R\$ 168,84, respectivamente, conforme se observa na Tabela 10.

Tabela 10 – Componentes do custo operacional dos *harvesters*.

Componentes de custo	Custo unitário (R\$)	
	PC 200	PC 228
Depreciação	29,95	31,55
Seguros	1,76	1,86
Juros	2,53	2,67
Impostos	5,99	6,31
<b>Soma - Custos Fixos</b>	<b>40,23</b>	<b>42,39</b>
Combustível	38,36	37,92
Óleo hidráulico	3,79	10,98
Óleo motor	1,40	1,29
Manutenção e reparos	35,15	37,15
<b>Soma - Custos Variáveis</b>	<b>78,70</b>	<b>87,35</b>
Operadores	23,75	23,75
<b>Soma - Custos de Mão-de-obra</b>	<b>23,75</b>	<b>23,75</b>

<b>Custos de Administração</b>	<b>14,27</b>	<b>15,35</b>
<b>Custo Total (R\$ h<sup>-1</sup>)</b>	<b>156,95</b>	<b>168,84</b>
<b>Custo de produção (R\$ m<sup>-3</sup>)</b>	<b>8,45</b>	<b>8,49</b>

A distribuição dos custos em ambos os *harvesters* foi semelhante. Os custos fixos corresponderam a 25,63% e 25,11% para a PC 200 e PC 228, respectivamente. O componente mais relevante dos custos foram os custos variáveis, ou seja, custos de combustíveis, óleos e manutenção das máquinas. A distribuição dos elementos que compõe o custo operacional das máquinas é ilustrada na Figura 8.

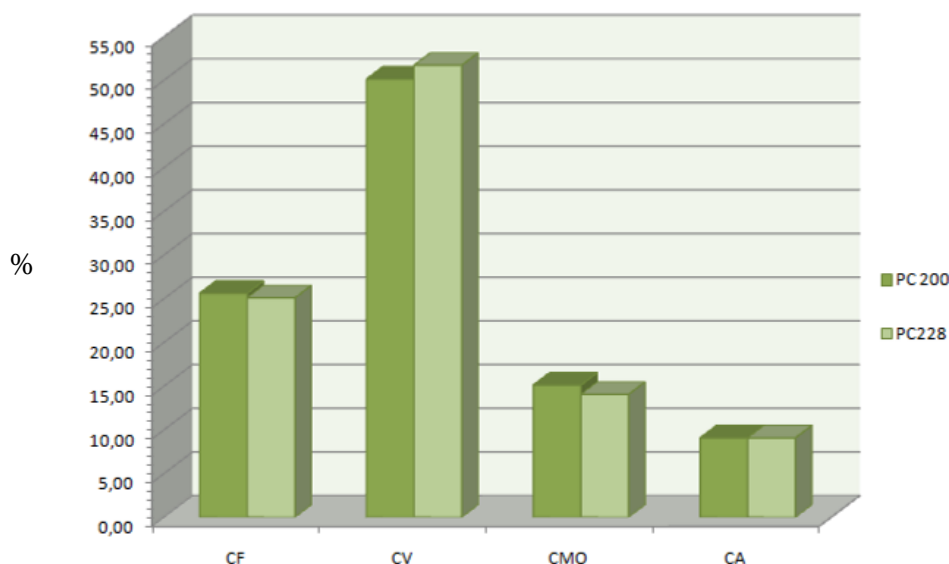


Figura 8 - Distribuição dos custos fixos (CF), custos variáveis (CV), custos com mão-de-obra (CMO) e custos de administração (CA), em %, dos *harvesters*.

A maior parte dos custos fixos representa o custo de depreciação da máquina que, em ambos os casos, representou 74,4% dos custos fixos.

Os itens mais significativos nos custos variáveis foram o combustível e a manutenção e reparos. Juntos eles são responsáveis por mais de 50% dos custos variáveis totais.

De acordo com Fernandes e Leite (2001), o consumo de combustível corresponde a um dos principais itens formadores do custo operacional da máquina bem como, constitui um indicativo da eficiência do processo de

conversão de energia do sistema mecanizado utilizado na operação de colheita, fato observado também neste estudo, onde o custo de combustível representa 24,41 % dos custos operacionais.

Em relação aos custos operacionais totais, os custos mais significativos foram: combustível, manutenção e reparos e depreciação, com 24,41 %, 22,39 % e 19,08 %, respectivamente.

Os custos operacionais encontrados foram superiores aos encontrados por Simões (2008), para o modelo 200 LC John Deere, que foi de US\$ 78,78 por hora efetiva de trabalho e por Silva (2008), para o modelo Caterpillar 320 CC. No entanto, ambas as máquinas utilizadas nesta comparação apresentaram esse valor médio para uma área com volume individual de árvores superiores aos aqui encontrados.

A mesma situação ocorre quando comparamos os resultados com os de Burla (2008), que, por meio de modelagem de dados, obteve um custo de US\$ 4,64 (PC 200= US\$ 4,80; PC 228= US\$ 4,83), para uma floresta com volume individual de 0,21 m<sup>3</sup>, em 0% de declividade, para o modelo 1270 John Deere.

Os custos de produção encontrados foram obtidos considerando-se a produtividade média (m<sup>3</sup>/hora) no período avaliado de cada máquina, que foi de 18,57 m<sup>3</sup>/h (PC 200) e 19,88 m<sup>3</sup>/h (PC 228), o que representa um valor de R\$ 8,45 (US\$ 4,80) e R\$ 8,49 (US\$ 4,83) por m<sup>3</sup>, respectivamente.

Considerando-se a situação real em que o estudo foi realizado, a indústria possui uma demanda mensal de 50.000 m<sup>3</sup> de madeira. Apesar de aparentemente representar um valor pouco significativo, a diferença unitária por metro cúbico produzido representa uma economia da PC 200 em relação a PC 228 de 4 centavos de real, representando uma economia real de aproximadamente R\$ 2.050,00 mensais e R\$ 25.000 anuais, o que representaria a cobertura dos custos anuais de um adicional de 2.900 m<sup>3</sup> de madeira.

### **3.3.2 Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade tem como objetivo determinar o grau de variação dos resultados e dos indicadores de viabilidade diante de alterações nas variáveis mais relevantes de um determinado projeto (OLIVEIRA, 2009).

Para as máquinas avaliadas as variáveis que mais influenciaram os custos de produção, em percentuais, foram: manutenção e reparos, combustível e depreciação. Desta forma, utilizando-se uma variação em 20% (10% para mais e para menos) dos custos mais relevantes, observa-se como esses fatores influenciam na diferença do custo de produção entre as duas máquinas.

#### **3.3.2.1 Combustível**

Uma alteração no custo de combustível interfere na diferença do custo final de produção entre as duas máquinas. Observa-se na Figura 9, a existência de uma tendência de diminuição na diferença de custos entre as duas máquinas conforme o custo do combustível aumenta. Com base nos resultados obtidos observou-se que essa tendência diminui em R\$ 0,02 a cada 1% de aumento do custo do combustível.

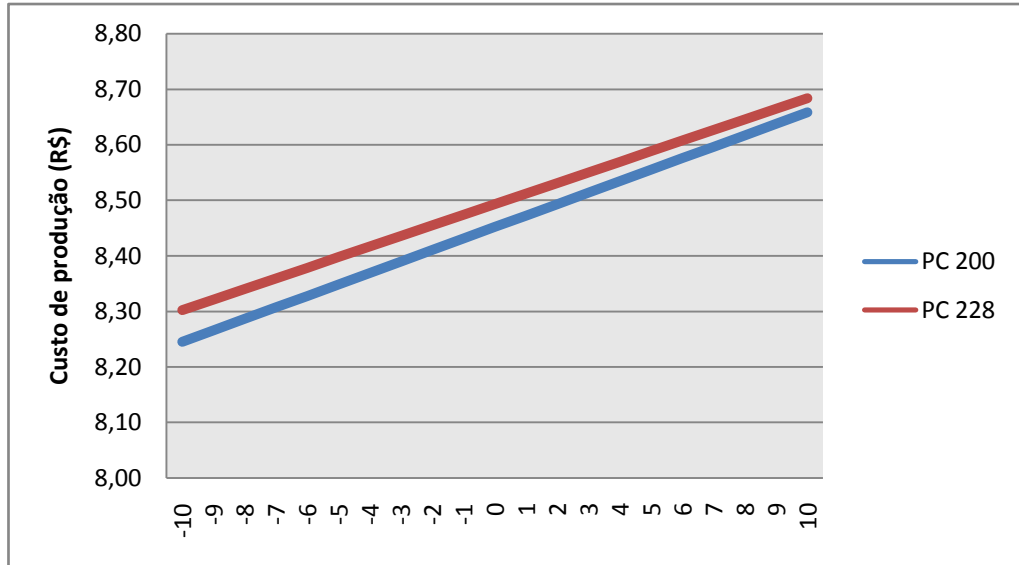


Figura 9 – Comparação dos custos de produção com a variação da depreciação em 20% do valor original.

### 3.3.2.2 Manutenção e reparos

Diferentemente do custo de combustível, uma alteração no custo de manutenção e reparos não interfere na diferença do custo final de produção entre as duas máquinas. Observa-se na Figura 9 que, a diferença de custos das duas máquinas mantém-se conforme o custo de manutenção e reparos aumenta ou diminui. Com base nos resultados obtidos observou-se que houve uma diminuição em R\$ 0,02 a cada 1% de aumento do custo de manutenção e reparos, que ocorreu na mesma proporção do custo de combustível.

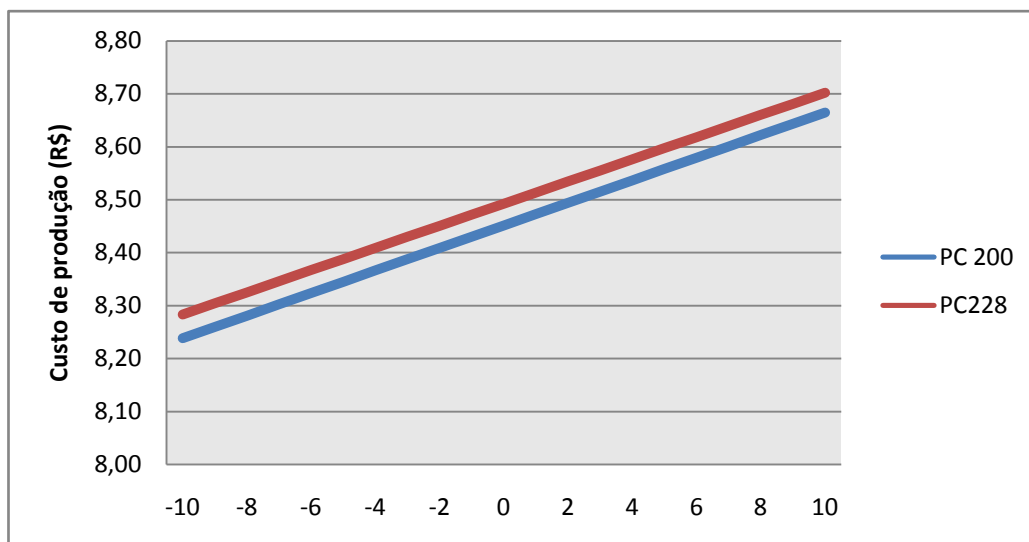


Figura 10 – Comparação dos custos de produção com a variação do custo de manutenção e reparos em 20% do valor original.

### 3.3.2.3 Depreciação

Variando a depreciação da máquina em 20% do valor inicialmente obtido, observa-se que, em ambas as situações (PC 200 e PC 228), o custo de produção aumenta na mesma proporção para os dois modelos (Figura 11). Cada 1% de aumento no custo da depreciação resulta de R\$ 0,02 à R\$ 0,03 no custo final de produção da madeira (m<sup>3</sup>) de ambas as máquinas, enquanto a diferença no custo entre elas se mantêm em R\$ 0,04.

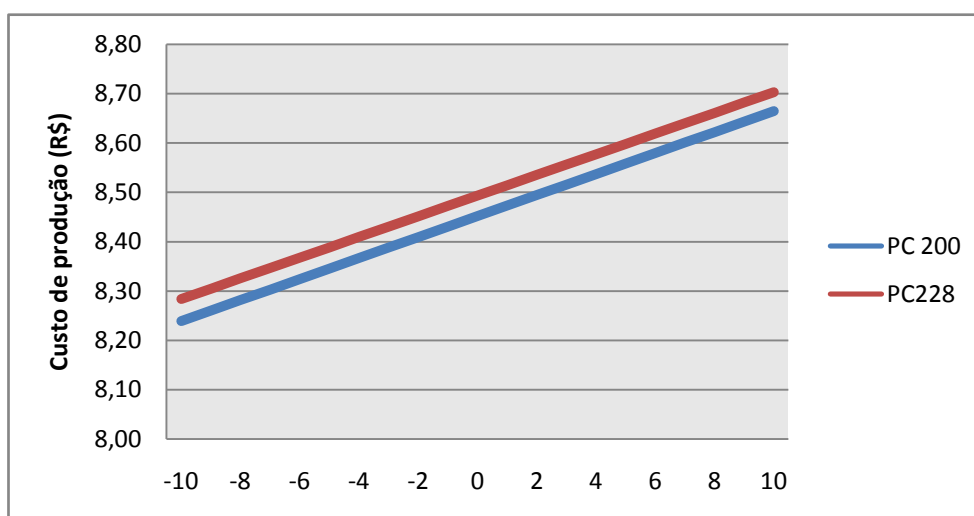


Figura 11 – Comparação dos custos de produção com a variação da depreciação em 20% do valor original.



### 3.3.2.4 Análise integrada

Com base nos resultados obtidos para os componentes de custo: combustível, manutenção e reparos e depreciação, simulando uma situação em que a empresa consiga uma economia real de 10% em cada um desses itens, a mesma poderá obter uma redução no custo de produção em 7 %, para as duas máquinas avaliadas, o que representa uma economia real de R\$ 0,627 por m<sup>3</sup> produzido para a PC 200 e R\$ 0,606 por m<sup>3</sup> produzido para a PC 228 (Tabela 11).

Tabela 11 – Acumulação de redução de custos obtida com a diminuição em 10 % dos componentes de custo mais relevantes.

Máquina	CC (R\$)	MR (R\$)	Dp (R\$)	Total	CP(R\$)	Diferença* (%)
PC 200	0,207	0,208	0,213	0,627	7,823	- 7,43
PC 228	0,191	0,206	0,209	0,606	7,884	- 7,17

\* Refere-se à subtração do custo obtido pelo custo obtido com a análise de sensibilidade.

Legenda: CC = Custo de combustível; MR= Custo de manutenção e reparos; Dp=depreciação; CP=custo de produção.

## 3.4 Referencias bibliográficas

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do *harvester* na colheita e processamento de madeira em diferentes condições de declividade e produtividade florestal.** UFV. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UFV, Viçosa, 2008.

Fundação Getúlio Vargas. **FGV.** Disponível em: <http://portalibre.fgv.br/main.jsp>. Acesso em 14 de janeiro de 2011.

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

HARRY G.G.; FONTES J. M.; MACHADO C.C.; SANTOS S. L. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: **Anais do I SIMPÓSIO**

BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL 1991, Belo Horizonte: UFV/SIF,

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

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 65 p.

MAGALHÃES, P.A.D e; KATZ, I. Estudo da viabilidade econômica da mecanização do processo de colheita florestal com *harvester* em uma indústria madeireira. **Tékhné Lógos**, Botucatu, SP, v.2, n.1, out. 2010. p.72 a 91.

REZENDE, J.L.; FIEDLER, N.C.; MELLO, J.M.; SOUZA, A.P. **Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal**. Lavras: UFLA, 1997. 50p. (Boletim Agropecuário, 22)

SILVA, E.N. 2008. **Avaliação técnica e econômica do corte de pinus com *harvester***. Viçosa – MG. UFV, 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto**. 2008. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas / Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

OLIVEIRA, R.J. **Avaliação econômica da utilização de cabos aéreos na colheita florestal em regiões montanhosas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

# CAPÍTULO 04

## 4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO CORTE FLORESTAL COM HARVESTER

### 4.1 Introdução

No produto da interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente, estão incluídos benefícios e prejuízos. A identificação dos impactos sobre o ambiente decorre da diferença entre a evolução do meio sem a atuação das atividades modificadoras e deste meio ambiente futuramente modificado.

A atividade florestal intensiva, com fins produtivos, qualquer que seja a sua modalidade, sempre exigirá modificações nos ecossistemas naturais, provocando certos impactos, de variada magnitude. No entanto, tal medida se tornou indispensável para que se pudesse atender as necessidades da humanidade.

No Brasil, em geral, os reflorestamentos são efetuados com plantios de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., que são essências exóticas de rápido crescimento, o que implica em impactos ambientais de maior magnitude (DURAFLORE, 1990).

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

As empresas do setor florestal brasileiro, por sua vez, dão uma posição de destaque para o país entre os maiores produtores e exportadores de produtos madeireiros. No entanto, os plantios florestais têm sido reconhecidos como atividade impactante, já que setores técnicos e ambientalistas demonstram preocupação com a relação aos seus efeitos sobre o meio ambiente, fato que está principalmente relacionado com as atividades de colheita e transporte da madeira (LIRA FILHO, 1994).

As pressões exercidas pela sociedade civil e as exigências legais atuantes sobre as empresas envolvidas com a colheita florestal têm contribuído para uma melhor conservação do meio ambiente, levando a um planejamento mais apurado das atividades, visando a minimização dos impactos ambientais negativos delas decorrentes e a potencialização dos impactos ambientais positivos.

Outro fator importante é a necessidade de direcionar esforços para melhor entendimento das alterações ambientais promovidas pela fase de colheita florestal, em plantios equiâneos, para contribuir com a base científica que trata da minimização e da potencialização dos seus impactos ambientais negativos e positivos, respectivamente (SILVA, 2008).

Para Andrade (1998), dentre as etapas da colheita, a atividade do corte é considerada como uma das principais causadoras de impacto ao meio ambiente.

Impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota; as condições

estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

No Brasil, as primeiras medidas de caráter ambiental relacionadas com as atividades de colheita florestal surgiram na década de 80 (SOUZA *et al.*, 1990). Estes autores acrescentam, ainda, que o estudo dos impactos ambientais merece grande importância em qualquer atividade florestal, mas, na colheita, devido à grande intervenção antrópica, necessita de uma atenção especial. Assim, para que se possa estudar efetivamente esses impactos, deve-se evidenciar os principais componentes dos meios físico, biótico e antrópico relacionados com essa operação.

Uma vez que o impacto ambiental é uma alteração do meio ambiente provocada por ação humana, é claro que tal alteração poderá ser benéfica ou adversa. Assim, qualquer que seja a atividade ou projeto, trará diversas alterações, positivas ou negativas, e isso deverá ser considerado, embora legalmente, o importante é avaliar as consequências negativas (SANCHEZ, 2008).

Para Margullis (1990), as variáveis que buscam retratar um conjunto de interações entre atividade humana e ecossistemas são dificilmente expressas em lógica do tipo ação e reação. Existem dificuldades em se avaliar o comportamento da dinâmica ambiental no espaço e no tempo. Estas dificuldades são tanto instrumentais quanto metodológicas.

As alterações no meio ambiente provocadas pelas atividades humanas decorrem principalmente das modificações na estrutura do ambiente social e biofísico, tais como mudanças na composição socioeconômica de um município ou uma região, supressão de vegetação, movimentação ou retirada dos solos e da introdução de componentes estranhos aos ecossistemas. Desta forma, a caracterização dos impactos, deve abranger classificações do tipo direto e indireto, a curto e longo prazo, entre outros aspectos.

A avaliação de impactos ambientais permite que a organização atinja o nível de desempenho ambiental por ela determinado e promova sua melhoria contínua ao longo do tempo. Consiste, essencialmente, no planejamento de suas atividades, visando à eliminação ou minimização dos

impactos negativos ao meio ambiente, por meio de ações preventivas ou corretivas.

Para que isto seja possível, é necessário analisar todas as atividades, produtos e serviços da organização, visando identificar os aspectos ambientais envolvidos, bem como avaliar os impactos reais e potenciais ao meio ambiente, tendo por base os requisitos legais e outros aplicáveis. Tal avaliação permite que a empresa priorize sua atuação sobre os aspectos considerados significativos, definindo o seu gerenciamento.

Desta forma, o presente capítulo visa conhecer e avaliar os principais impactos ambientais advindos do corte de madeira com harvester.

## **4.2 Material e métodos**

A avaliação ambiental ocorreu de forma única para os dois modelos de *harvesters* com a utilização do método de matriz quali-quantitativa dos impactos ambientais (SANCHEZ, 2008).

A avaliação dos impactos abrangeu os meios físico, biótico e antrópico, utilizando a descrição dos impactos ambientais importantes e considerando-se a legislação brasileira vigente.

Considerou-se como “Impacto Ambiental” as alterações no meio ambiente resultantes de ações diretas e indiretas provenientes da execução da atividade de corte florestal com harvester.

As ferramentas utilizadas na avaliação dos impactos ambientais decorrentes desta atividade foram:

- Listagem de Controle e;
- Matrizes de Avaliação de Impactos Ambientais.

O método de listagem de controle ou “check list” foi um dos primeiros métodos de avaliação de impactos ambientais, em virtude, principalmente, de sua facilidade de aplicação (SANCHEZ, 2008). Neste método listou-se os impactos mais relevantes, por meio da listagem descritiva.

A matriz de avaliação dos impactos foi quantitativa. A matriz é quantitativa quando são utilizados critérios relativos à magnitude dos impactos, por meio do uso de números ou cores (SILVA, 1994).

Os impactos mensurados apresentam um atributo principal, qual seja a magnitude. A magnitude expressa na matriz é a grandeza, em escala espacial e temporal de um impacto em termos absolutos (TOMASI, 1994). A forma para seu cálculo encontra-se descrita no item 4.2.2.

#### **4.2.1 Elaboração da matriz de impactos ambientais**

A metodologia adotada se baseou nos trabalhos realizados por Silva (1994) e Sanchez (2008). Elaborou-se a matriz de avaliação de impactos ambientais relacionando os impactos ambientais resultantes da colheita mecanizada com harvester com os fatores ambientais relevantes, para esta situação. As matrizes foram compostas por linhas, contendo os compartimentos, os impactos ambientais potenciais e fase de ocorrência, e, de colunas, que contém os critérios de magnitude dos impactos e critérios de importância dos impactos observados nos compartimentos dos meios físico, biótico e antrópico. O preenchimento da matriz se deu de forma quali-quantitativa, com representação numérica e de cores, de forma a facilitar a visualização dos resultados obtidos.

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

#### **4.2.2 Preenchimento e interpretação da matriz de impactos ambientais**

O preenchimento da matriz foi realizado tomando-se como base o valor máximo dos impactos ambientais para cada item avaliado (SILVA, 1994). A metodologia para avaliação dos impactos considera valores relativos (pesos), atribuídos a cada um dos parâmetros analisados, visando

calcular a magnitude dos impactos.

Os critérios de valoração dos impactos ambientais são definidos como sendo todos aqueles que estão intrinsecamente associados à magnitude do impacto, e aos quais foram atribuídos valores relativos objetivando-se minimizar a subjetividade na sua valoração.

A atribuição de pontos foi idealizada segundo metodologia proposta por Sanchez (2008), onde ordena-se a pontuação conforme maior importância dos critérios estabelecidos para a magnitude do impacto. Desta forma, à classificação dos impactos mais relevantes é atribuída a maior pontuação. Assim, atribuiu-se uma pontuação para caracterizar as alterações do parâmetro ambiental considerado, objetivando quantificarem-se as alterações ambientais e seguindo-se uma convenção adotada conforme pode-se observar na Tabela 12.

Tal valoração da magnitude do impacto baseou-se na ponderação de atributos (equação 16), que consiste numa função matemática (soma) dos pesos dados a três atributos considerados mais importantes para a valoração, que são a reversibilidade, abrangência e relevância, melhor caracterizados a seguir.

$$\text{Equação 16:} \quad MN = Rv + Ab + RI$$

Onde: MN = Magnitude do impacto;

Rv = Valor atribuído ao critério Reversibilidade;

Ab = Valor atribuído ao critério Abrangência;

RI = Valor atribuído ao critério Relevância.

Visando facilitar a visualização dos resultados atribuiu-se ainda, cores à matriz de interação dos impactos, de acordo com a magnitude do mesmo. Para os impactos de baixa magnitude atribuiu-se a cor verde, para os de moderada magnitude a cor amarela e para aqueles de alta magnitude atribuiu-se a cor vermelha.



Tabela 12 – Critérios adotados na valoração da magnitude dos impactos ambientais observados.

Categoria do aspecto	Classificação	Valor relativo (peso)	Significado
Quanto a Reversibilidade (Rv)	Reversível	1	É aquela situação na qual o meio impactado retorna a uma dada situação de equilíbrio semelhante àquela que estaria estabelecida caso o impacto não tivesse ocorrido.
	Irreversível	3	O meio se mantém impactado apesar da adoção de ações de controle dos aspectos ambientais e/ou de mitigação dos próprios impactos negativos, caracterizando, assim, impactos não mitigáveis na sua totalidade ou em parte.
Quanto a Abrangência (Ab)	Pontual	1	A alteração se reflete apenas na Área Diretamente Afetada pela atividade impactante.
	Local	3	A alteração no meio se reflete inclusive na Área de Influência Direta pela atividade impactante.
	Regional	5	A alteração no meio se reflete inclusive na Área de Influência Indireta pela atividade impactante.
Quanto a Relevância (RI)	Moderamente Relevante	3	A alteração é verificável e/ou passível de ser medida sem, entretanto, caracterizar ganhos e/ou perdas expressivas na qualidade ambiental da região, se comparados à situação original.
	Relevante	5	A alteração é verificável e/ou passível de ser medida, caracterizando ganhos e/ou perdas expressivas na qualidade ambiental da região, se comparados à situação original.
Quanto a Magnitude (MN)	Baixa	5	Somatória dos valores atribuídos aos critérios de valoração igual a 5.
	Moderada	7 ou 9	Somatória dos valores atribuídos aos critérios de valoração igual a 7 ou 9.
	Alta	11 ou 13	Somatória dos valores atribuídos aos critérios de valoração igual a 11 ou 13.

Fonte: Adaptado de Sanches, 2008.

A metodologia de avaliação de impacto ambiental adotada também contemplou critérios para valoração de importância dos impactos ambientais (SANCHEZ, 2008) (Tabela 13), que, complementam os critérios de valoração de magnitude acima descritos.

Tabela 13 – Critérios adotados na valoração da importância dos impactos ambientais.

Critérios		Significado
Duração	Temporária	A alteração tem caráter transitório.
	Permanente	A alteração persiste mesmo quando cessada a atividade que a desencadeou.
Forma de Manifestação	Contínua	A alteração ocorre de forma ininterrupta.
	Descontínua	A alteração ocorre uma vez, ou em intervalos de tempo não regulares.
	Cíclica	A alteração ocorre em intervalos de tempo regulares e previsíveis.
Ocorrência	Real	Alteração efetiva, não depende de condições excepcionais para ocorrer.
	Potencial	Alteração que depende de condições excepcionais, não rotineiras para ocorrer.
Incidência	Direta	Alteração que de fato ocorre e tem impacto sobre o meio ambiente.
	Indireta	Alteração que decorre originalmente de um impacto direto.
Prazo para a Ocorrência	Curto Prazo	Alteração ambiental que se manifesta imediatamente após a ocorrência da atividade, do processo ou de uma tarefa que desencadeou.
	Médio a Longo Prazo	Alteração ambiental que demanda um intervalo de tempo para que possa se manifestar (ser verificada), o qual deve ser definido em função das características particulares do empreendimento.
Natureza	Positiva	Alteração ambiental de caráter benéfico.
	Negativa	Alteração ambiental de caráter adverso.

Fonte: Adaptado de Sanches, 2008.

#### 4.2.3 Parâmetros avaliados

A seguir, são descritos sucintamente, para cada compartimento ambiental avaliado, os impactos ambientais potenciais advindos das

operações de corte com harvester baseados na metodologia de Silva (1994), Silva (2008) e Penna (2009).

#### **4.2.3.1 Meio Físico**

- **Solo**

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

- **Água**

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

- **Ar**

O ar é um componente do meio físico bastante afetado pelo corte com harvester por meio da emissão de particulados e gases.

#### **4.2.3.2 Meio Biótico**

Foram enfocados dois componentes do meio biótico, sendo eles a flora terrestre e a fauna terrestre. A flora e fauna aquáticas não foram avaliadas, uma vez que a área objeto deste estudo não possui cursos hídricos próximos.

- **Flora**

A flora terrestre foi analisada por meio de dois compartimentos básicos, sendo estes: a vegetação implantada e vegetação de sub-bosque.

- **Fauna**

Os danos inerentes à fauna terrestre ocorrem devido a remoção da floresta implantada e da vegetação de sub-bosque.

#### **4.2.3.3 Meio Antrópico**

Os componentes de maior relevância no meio antrópico são: paisagismo e empregabilidade do operador.

### **4.3 Resultados e discussão**

Os impactos ambientais obtidos neste subitem estão relacionados exclusivamente com a atividade de corte de madeira com harvester. Não considerou-se nesta avaliação outras atividades, tais como a construção de estradas ou extração.

Identificaram-se 14 impactos ambientais, os quais são descritos à seguir e contemplados na matriz de interação dos impactos ambientais.

#### **4.3.1 Meio físico**

##### **4.3.1.1 Compactação do Solo**

Durante a operação do harvester, o solo é afetado devido ao peso do maquinário, que transita sobre a área. Ainda, o contato da madeira com a superfície do solo no momento de sua queda, induz ao surgimento do processo de compactação daquele último, bem como o atrito do referido feixe com aquela mesma superfície induz ao processo erosivo do solo.

A intensificação da mecanização associada ao uso de máquinas mais pesadas e de maior capacidade operacional nas operações de colheita de madeira, têm sido a principal responsável pela compactação do solo em plantios comerciais.

Segundo Fenner (2002), os problemas mais evidentes são percebidos quando, em determinadas condições de solo e umidade, as máquinas não conseguem trafegar eficientemente, fato não observado neste estudo.

O impacto, de natureza negativa, é gerado na fase de operação. É

irreversível (3), de abrangência pontual (1), moderadamente relevante (5), e, portanto de moderada magnitude (9). A forma de manifestação do impacto é permanente, descontínua, de ocorrência real e incidência direta. A sua manifestação pode ser considerada de curto prazo.

#### **4.3.1.2 Intensificação de processos erosivos**

Fatores externos, como o potencial de erosividade da chuva, as condições de infiltração, escoamento superficial, declividade e comprimento do talude ou encosta e desagregabilidade e erodibilidade do solo, agregado ao trânsito das máquinas, culminam na exposição de superfícies desnudas susceptíveis à instalação de processos erosivos. A evolução da erosão ao longo do tempo depende ainda de fatores como as características geológicas e geomorfológicas do local. Evidentemente, essa situação leva à perda de nutrientes do solo.

Este é um impacto potencial que pode ocorrer durante a operação do corte com harvester, devido ao trânsito das máquinas, relacionando-se às condições do solo. Entretanto, ainda não se observou na área de estudo indícios de processos erosivos significativos.

O impacto, de natureza negativa, é gerado na fase de operação. É irreversível (3), de abrangência pontual (1), moderadamente relevante (3), e, portanto de moderada magnitude (7). A forma de manifestação do impacto é permanente, descontínua, de ocorrência potencial e incidência direta ou indireta. A sua manifestação pode ser considerada de curto prazo.

#### **4.3.1.3 Aumento da pressão sonora**

Inicialmente, deve-se perceber que a pressão sonora se dá por meio do ar, que é um elemento do meio físico, pois se constitui numa massa abiótica. Daí decorre o fato desse tipo de impacto estar sendo identificado originalmente no meio físico, sem que se perca a percepção de que mantém interações com os outros meios.

A operação dos harvester's gerará continuamente ruídos intermitentes que poderão afugentar a fauna local ou alterar comportamentos sociais,

reprodutivos ou de defesa de território e atração de parceiros que envolvam vocalizações.

Ruídos constantes e fortes tendem a afugentar muitas espécies de aves, principalmente as especialistas. Algumas espécies generalistas conseguem se adaptar a esta situação antrópica. Aves territorialistas são afetadas pelos ruídos altos e constantes que interferem nas vocalizações, demarcação de territórios e comportamentos reprodutivos.

Os ruídos emitidos pelo funcionamento do motor dos harvester e produzidos durante o corte da madeira podem ainda afetar comunidades que, por ventura, co-existirem no entorno das áreas de corte. Na área de estudo, por se tratar de propriedades particulares, não se registrou a presença de comunidades ou a interação deste impacto com as mesmas. Esta emissão terá impacto também sobre os funcionários do empreendimento, que deverão, portanto, utilizar EPI's.

O impacto, de natureza negativa, é gerado na fase de operação. É reversível (1), de abrangência pontual (1), moderadamente relevante (3), e, portanto de baixa magnitude (5). A forma de manifestação do impacto é permanente, descontínua, de ocorrência real e incidência direta. A sua manifestação pode ser considerada de curto prazo.

#### **4.3.1.4 Alteração da qualidade do ar**

Com o funcionamento e movimentação dos harvester's haverá o aumento das emissões de gases veiculares (principalmente CO<sub>2</sub>), por meio da queima de combustível fóssil e da emissão de material particulado do solo.

É visível a ocorrência da emissão de gases resultantes da combustão quando do funcionamento da parte motriz das máquinas. O *harvester* utiliza o diesel para seu funcionamento. Conforme cálculos realizados, observa-se uma emissão média de 19,86 litros por hora trabalhada, o que resulta em uma emissão média de 5,28 kg de CO<sub>2</sub> por hora, para cada máquina, de GEE (gases do efeito estufa).

Ainda que não se ultrapassem os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, as emissões atmosféricas podem alterar negativamente a qualidade do ar.

Por sua vez, observa-se o aumento da concentração de particulados (poeira), em decorrência do atrito da árvore em queda com o solo, resultando na alteração da qualidade do ar. As partículas, levadas pelo vento, depositam-se na vegetação, cobrindo estruturas responsáveis pela respiração e reprodução da planta. Conforme o grau de cobertura destas estruturas pelo material particulado, a planta pode não conseguir ser polinizada e produzir frutos ou, até mesmo, perecer. Sem frutos, a fauna perderá alimento, e sem a planta poderá perder seu abrigo ou refúgio.

O impacto, de natureza negativa, é gerado na fase de operação. É reversível (1), de abrangência local (3), moderadamente relevante (3), e, portanto de moderada magnitude (7). A forma de manifestação do impacto é temporária, descontínua, de ocorrência real e incidência direta. A sua manifestação pode ser considerada de curto prazo.

#### **4.3.1.5 Risco de contaminação de coleções hídricas**

Há, de forma inerente, o risco de contaminação do solo e das coleções hídricas em decorrência de processos erosivos e de contaminação por óleos e graxas. De sua parte, os processos erosivos não foram observados na área de estudo, conforme mencionado anteriormente.

A baixa probabilidade de ocorrência deste impacto devido à contaminação por óleos e graxas se deve às medidas mitigadoras existentes, usualmente adotadas para manutenção das máquinas. Assim, a contaminação está diretamente relacionada à ocorrência de acidentes.

O impacto, de natureza negativa, é gerado na fase de operação. É irreversível (3), de abrangência local (3), moderadamente relevante (3), e, portanto de alta magnitude (9). A forma de manifestação do impacto é permanente, descontínua, de ocorrência potencial e incidência direta (contaminação por óleos e graxas) e indireta (processos erosivos). A sua manifestação pode ser considerada de curto prazo.

## **4.3.2 Meio biótico**

### **4.3.2.1 Interrupção do processo de regeneração da floresta nativa**

Este impacto relaciona-se à fase de operação do harvester, com o corte da madeira. Algumas espécies de eucaliptos plantadas em talhões permitem o estabelecimento de um sub-bosque de flora bastante rica. O estabelecimento dessas espécies pode ocorrer a partir de diásporos advindos de vegetação vizinha dos plantios, do banco de sementes ou da brotação de órgãos subterrâneos gemíferos e promovem o enriquecimento da biodiversidade.

Como há espécies nativas em regeneração, a supressão da vegetação na área irá interromper o processo de regeneração e evitar que no futuro ocorra uma maior variabilidade genética nestas áreas, através da eliminação da produção e dispersão de propágulos.

A vegetação presente no sub-bosque é danificada ainda pelo trânsito das máquinas e pela queda das árvores, que resulta em morte de indivíduos, nos quais podem estar incluídas espécies ameaçadas de extinção.

O impacto, de natureza negativa, gerado nesta fase, será reversível (1), de abrangência pontual (1), moderadamente relevante (3), e, portanto de baixa magnitude (5). A forma de manifestação do impacto é temporária, descontínua, de ocorrência real e incidência direta. A sua manifestação pode ser considerada tanto de curto prazo (imediatamente decorrente da eliminação de indivíduos) quanto de médio a longo prazo (decorrente principalmente do prejuízo do processo de regeneração e enriquecimento natural da comunidade vegetal do sub-bosque, que a maior prazo levaria ao restabelecimento de uma floresta secundária).

### **4.3.2.2 Redução de abrigos e passagens naturais para a fauna**

Com o corte da madeira, os impactos sobre a fauna, envolvem, principalmente, a perda de habitats devido à supressão de vegetação. Os



impactos serão mais intensos durante a etapa de supressão da vegetação, quando ocorrem impactos de primeira ordem como a perda de abrigos e de recursos para alimentação e nidificação, com a conseqüente dispersão de indivíduos em busca de refúgio nas áreas adjacentes.

Temporariamente, até que se forme um novo talhão, haverá uma mudança na paisagem local, transformando as áreas plantadas em descampados. Esta mudança levará a perda e alteração de habitat, a qual pode excluir algumas espécies raras ou sensíveis, além de aumentar a chance de extinção de outras espécies (ROCHA et. al., 2006).

Para muitas espécies de mamíferos, a perda do espaço utilizado como abrigo, alimentação e reprodução faz com que as populações dessas espécies se desloquem para outras áreas próximas como uma alternativa temporária (REIS et. al., 2006). No entanto, este deslocamento acaba não sendo uma alternativa ideal para estas espécies, porque muitas vezes elas se deslocam para áreas onde já abrigam outras populações, fazendo com que haja muita competição por recursos.

O impacto, de natureza negativa, gerado nesta fase, será reversível (1), de abrangência local (3), relevante (5), e, portanto de moderada magnitude (9). A forma de manifestação do impacto é temporária, cíclica, de ocorrência real e incidência direta em curto prazo.

#### **4.3.2.3 Afugentamento da fauna**

Durante a operação do Harvester, a emissão de ruídos provenientes das máquinas tende a afugentar especialmente a avifauna e perturbar a comunicação reprodutiva de anfíbios, principalmente no caso de espécies mais sensíveis, pois ruídos intensos e constantes podem afetar espécies territorialistas, interferindo em suas vocalizações, na demarcação de territórios e no ciclo reprodutivo. Já espécies generalistas com características de adaptabilidade a alterações ambientais, apresentam melhores condições de absorção de tal impacto.

Pode-se interpretar este impacto sobre a fauna, como de natureza negativa, reversível (1) de abrangência local (3), moderadamente relevante (3) e de moderada magnitude (7), com prazo de ocorrência de curto prazo,

de ocorrência real, de incidência indireta (resulta do aumento da pressão sonora), descontínuo, podendo ser ainda temporário ou permanente de acordo com a sensibilidade de cada espécie e a distância entre a fonte do ruído e o habitat utilizado.

#### **4.3.2.4 Risco de atropelamento e colisão**

O atropelamento de animais é um problema ainda pouco ressaltado entre as questões que envolvem a ameaça das espécies da fauna brasileira (ROSA & MAUHS, 2004), sendo uma importante causa de mortalidade dentre as várias espécies de animais silvestres (TURCI & BERNARDI, 2009).

Com o tráfego de harvester's nos talhões, aumenta-se a interferência no habitat natural das espécies pela movimentação de máquinas, o que pode provocar o deslocamento forçado dos espécimes, aumentando o risco de atropelamento de animais silvestres com eventual morte.

Esse impacto negativo é considerado irreversível (3), de abrangência local (3), relevante (5) e conseqüentemente, de alta magnitude (11). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como sendo temporário, contínuo, potencial e direto. A sua manifestação pode ser observada a curto e médio a longo prazo.

#### **4.3.2.5 Exposição a répteis peçonhentos**

As alterações dos ambientes naturais de ocorrência de serpentes, associadas a ausência de instruções apropriadas aos operários e de conscientização ambiental, poderão proporcionar um aumento no risco de acidentes com animais peçonhentos.

A operação do harvester e a conseqüente mudança no hábitat faunístico poderão afugentar répteis peçonhentos para áreas ocupadas pelos moradores locais, aumentando assim o risco de acidentes.

Esse impacto negativo é considerado irreversível (3), de abrangência regional (5), moderadamente relevante (3) e conseqüentemente, de alta magnitude (11). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como

sendo temporário, descontínuo, potencial e indireto. A sua manifestação pode ser observada tanto a curto, quanto a médio e longo prazo.

### **4.3.3 Meio antrópico**

#### **4.3.3.1 Aumento na empregabilidade**

Este impacto ocorre com a contratação de mão-de-obra direta e indireta, para operação e manutenção dos harvester's. Está relacionado ao planejamento das atividades. No momento da operação das atividades, a demanda de mão-de-obra necessária desempenha uma influência positiva e direta sobre a empregabilidade.

Esse impacto é positivo, considerado irreversível (3), de abrangência local (3), relevante (5) e conseqüentemente, de alta magnitude (11). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como sendo temporário, contínuo, real e direto. A sua manifestação pode ser observada de curto a médio e longo prazos.

#### **4.3.3.2 Aumento na circulação monetária local**

Este impacto está diretamente relacionado com o planejamento e operação do harvester. Há que se considerar também, que a mão-de-obra dos operadores de harvester é especializada e, por conseqüência, os salários dos operadores e mecânicos são maiores. Com melhores salários estes terão maior poder de compra, o que fará com que haja um aumento na circulação monetária local pelo maior poder de aquisição de bens e serviços.

Esse impacto é positivo, considerado reversível (1), de abrangência local (3), relevante (5) e conseqüentemente, de moderada magnitude (9). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como sendo temporário, contínuo, real e direto. A sua manifestação pode ser observada de médio a longo prazo.

#### **4.3.3.3 Aumento na demanda de mão-de-obra especializada**

Este impacto está diretamente relacionado com o planejamento e operação do harvester. Com a utilização dos harvester para o corte florestal, compreendendo sua operação e manutenção, faz-se necessário a especialização da mão-de-obra existente para atender à demanda de empregos.

Esse impacto é positivo, considerado irreversível (3), de abrangência local (3), relevante (5) e conseqüentemente, de alta magnitude (11). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como permanente, contínuo, real e direto. A sua manifestação pode ser observada de curto a médio e longo prazo.

#### **4.3.3.4 Alteração na qualidade visual**

A operação de corte de madeira com harvester causa depreciação da qualidade paisagística da área devido à remoção dos indivíduos arbóreos e ao dano causado à vegetação do sub-bosque, remanescente ao corte florestal. Enfim, esta atividade promove um contraste desagradável para a percepção humana, o que proporciona a depreciação da qualidade paisagística do local.

Esse impacto é negativo, considerado reversível (1), de abrangência local (3), moderadamente relevante (3) e conseqüentemente, de moderada magnitude (7). Quanto aos critérios complementares, foi classificado como temporário, descontínuo, real e direto. A sua manifestação pode ser observada a curto prazo.

#### **4.3.4 Avaliação integrada dos resultados**

A integração dos impactos ambientais é apresentada na matriz qualitativa de impactos ambientais, fornecida na Tabela 14.

Tabela 14 – Matriz consolidada com integração dos impactos ambientais provenientes do corte florestal com harvester.

COMPARTIMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	FASE DE OCORRÊNCIA	CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO				CRITÉRIOS COMPLEMENTARES					
			Reversibilidade	Abrangência	Relevância	Magnitude	Duração	Forma de Manifestação	Ocorrência	Incidência	Prazo para Ocorrência	Natureza
Meio físico	Compactação do solo	Operação	3	1	5	9	Pe	Dc	Re	Di	Cp	N
Meio físico	Intensificação de processos erosivos	Operação	3	1	3	7	Pe	Dc	Pt	Di-In	Cp	N
Meio físico	Aumento da pressão sonora	Operação	1	1	3	5	Pe	Dc	Re	Di	Cp	N
Meio físico	Alteração da qualidade do ar	Operação	1	3	3	7	Tp	Dc	Re	Di	Cp	N
Meio físico	Risco de contaminação de coleções hídricas	Operação	3	3	3	9	Pe	Dc	Pt	Di-In	Cp	N
Meio biótico	Interrupção do processo de regeneração da floresta nativa	Operação	1	1	3	5	Tp	Dc	Re	Di	Cp - ML	N
Meio biótico	Redução de abrigos e passagens naturais para a fauna	Operação	1	3	5	9	Tp	Cc	Re	Di	Cp	N
Meio biótico	Afugentamento da fauna	Operação	1	3	3	7	Tp - Pe	Dc	Re	In	Cp	N
Meio biótico	Risco de atropelamento e colisão	Operação	3	3	5	11	Tp	Co	Pt	Di	Cp - ML	N
Meio biótico	Exposição a répteis peçonhentos	Operação	3	5	3	11	Tp	Dc	Pt	In	Cp - ML	N
Meio antrópico	Aumento na empregabilidade	Planejamento e Operação	3	3	5	11	Tp	Co	Re	Di	Cp - ML	P
Meio antrópico	Aumento na circulação monetária local	Planejamento e Operação	1	3	5	9	Tp	Co	Re	Di	ML	P
Meio antrópico	Aumento na demanda de mão-de-obra especializada	Planejamento e Operação	3	3	5	11	Pe	Co	Re	Di	Cp - ML	P
Meio antrópico	Alteração na qualidade visual	Operação	1	3	3	7	Tp	Dc	Re	Di	Cp	N

Legenda: Tp = temporário; Pe = Permanente; Co = Contínuo; Dc = Descontínuo; Cc = Cíclico; Re = Real; Pt = Potencial; Di = Direto; In= Indireto; Cp= Curto prazo; ML= Médio a longo prazo.

Assim, em números totais, correlacionando-se os impactos ambientais e os critérios de valoração ambiental observou-se um maior número de impactos negativos (11) ao ambiente do que positivos (3). De sua parte, os impactos positivos estão relacionados exclusivamente com o meio antrópico.

Os três compartimentos ambientais apresentaram resultado semelhante para o número de impactos relacionados. Foram 5 no meio físico, 5 no meio biótico e 4 no meio antrópico.

Esses valores, em termos percentuais totais, conferem aos compartimentos ambientais a seguinte distribuição de impactos: Meios Físico e Biótico 35,71% cada e Meio Antrópico 28,57%, conforme se observa na Figura 12.

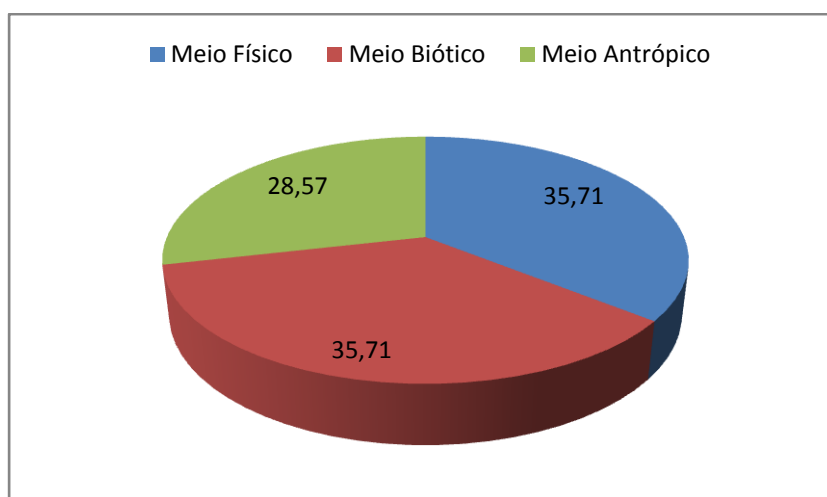


Figura 12 - Distribuição dos impactos ambientais segundo os meios físico, biótico e antrópico para o corte florestal com harvester.

Quanto à magnitude dos impactos, observou-se que a maior parte é de moderada magnitude, representando 57,14% do total. Os impactos de alta magnitude representam 28,57% do total e os de baixa 14,29% (Figura 2).

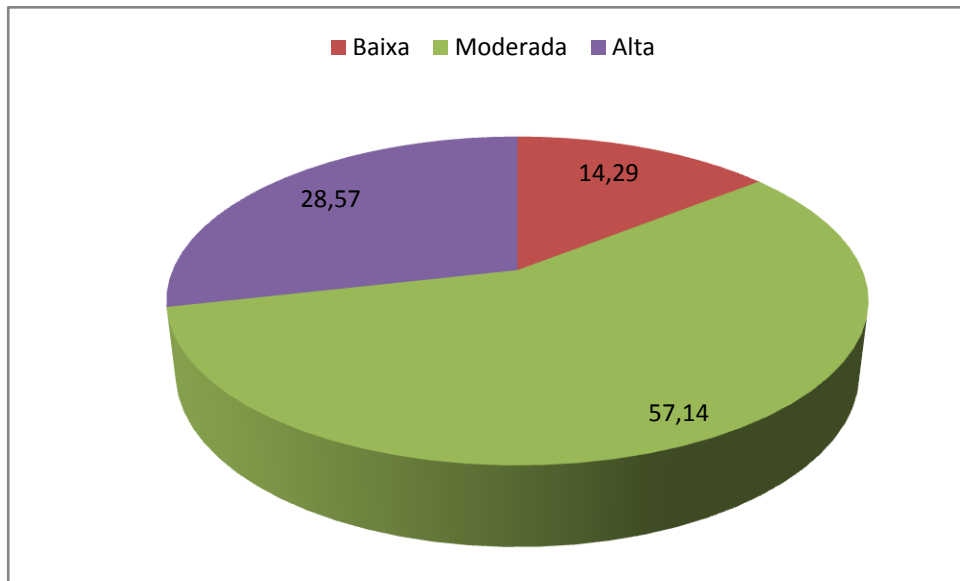


Figura 13 - Distribuição percentual dos impactos ambientais, em relação à magnitude.

Quando são relacionados os impactos consideráveis, ou seja, aqueles que influem positivamente ou negativamente sobre o ambiente, se observa que os impactos ambientais de alta magnitude igualam-se em percentual (Figura 3). A mesma situação não ocorre para os de magnitude baixa ou moderada, em que se sobressaem os negativos.

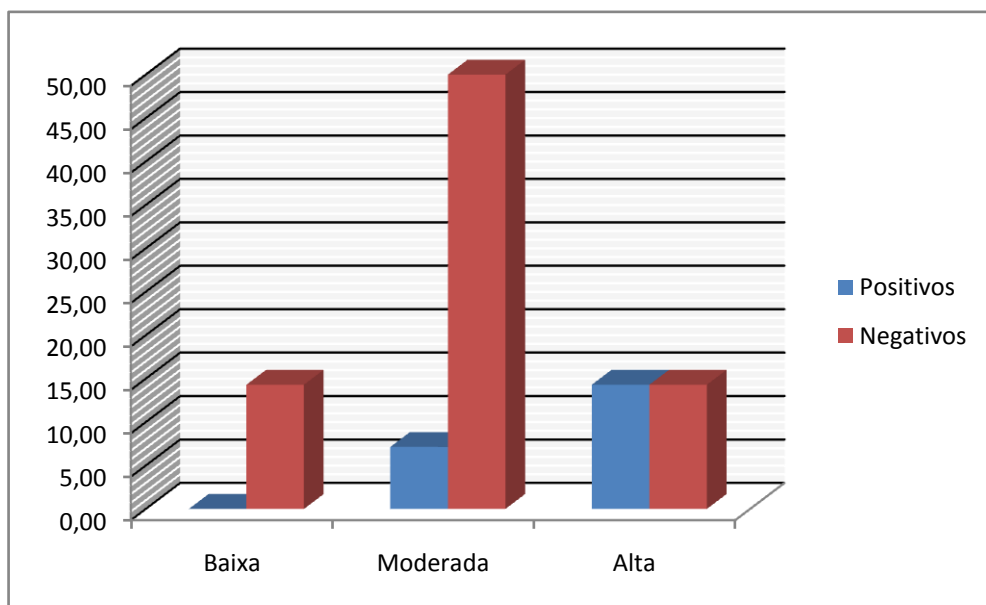


Figura 14 - Distribuição dos impactos ambientais positivos e negativos, em relação à magnitude.

Na avaliação dos critérios complementares, observa-se que 28,6% (4 em 14) dos impactos ambientais são de caráter potencial, ou seja, aproximadamente 1/4 dos impactos depende de condições excepcionais para ocorrer. Desse modo, 71,4% (10 em 14) são de ocorrência real, o que implica dizer que devem merecer maior atenção.

#### 4.4 Referências bibliográficas

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

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 1986. **Resolução Conama n° 001.** Disponível em: < [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama) > Acesso em 17/11/2010.

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

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

MARGULIS, S. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos.** Brasília. IPEA/PNUD, 1990.

PENNA, E. S. **Avaliação ergonômica e ambiental de cabos aéreos na colheita de Pinus em Cerro Azul, PR.** Viçosa: UFV, 2009. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. J. & LIMA, I. P. 2006. **Mamíferos do Brasil.** Londrina: Nélcio R. dos Reis, 437p.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G., ALVES, M. A. S. & VAN SLUYS, M. 2006. **Biologia da Conservação: Essências.** São Carlos: Rima. 582p.

ROSA, O.; MAUHS, J. **Atropelamentos de animais silvestres na rodovia RS – 040.** Caderno de Pesquisa, Série Biologia, 16: 35-42. 2004.

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo. Oficina de textos, 2008. 495 p.

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



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

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

TOMASI, L.R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo. CETESB. 354 p. ed.1. 1994.

TURCI, L.C.B.; BERNARDI, P.S. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. **Biotemas**. n. 22 v.1. p. 121-127, março de 2009.

# CAPÍTULO 05

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, conclui-se que:

- A produtividade da PC 228 é superior a PC 200;
- A PC 200 gastou mais tempo para finalizar um ciclo operacional;
- Os fatores eficiência operacional e disponibilidade mecânica da PC 200 foram superiores à PC 228.
- O *harvester* PC 200 apresentou desempenho superior ao *harvester* PC 228.
- O menor custo operacional e de produção foi observado no modelo PC 200;
- Os itens que mais influenciaram nos custos finais de ambas as máquinas foram: combustível, manutenção e reparos e depreciação, respectivamente;
- A otimização das atividades que compõe os custos operacionais, especialmente aquelas que mais influem nesses custos, resultam em uma economia de aproximadamente 7% no custo final por m<sup>3</sup> produzido, em ambas as máquinas;

- O corte florestal com harvester é impactante para todos os meios considerados: físico, biótico e antrópico;
- Dos 14 impactos ambientais identificados, a maior parte é negativa (11 impactos);
- Todos os impactos ambientais positivos ocorreram no meio antrópico (3 impactos);
- Nos meios físico e biótico só ocorrem impactos ambientais negativos;
- A maior parte dos impactos ambientais identificados é de moderada magnitude;
- Nos impactos ambientais de alta magnitude, há equilíbrio entre os positivos e negativos, com 2 impactos cada, enquanto nos de baixa e moderada prevalecem os negativos;
- Os impactos ambientais de ocorrência real são a maioria, o que demanda maior atenção com os mesmos.