

IMPACTOS AMBIENTAIS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE CORTE FLORESTAL RELACIONADOS AOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO

Luís Carlos de Freitas ¹; Sérgio Luís Martins dos Santos ²

1. Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista - BA, Brasil
Email: (luiscarlos_ufv@yahoo.com.br)
2. Professor Adjunto da Universidade Federal do Sergipe

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o perfil impactante do processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal. Analisou-se o processo de inovação, quando da mudança do corte semimecanizado (motosserra) para o corte mecanizado com Harvester. Utilizou-se um método consolidado para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agropecuária, que avalia o desempenho ambiental de uma dada metodologia ou tecnologia em relação àquela previamente estabelecida. O método foi adaptado para avaliação de impactos na colheita florestal. Os impactos foram analisados para os indicadores dos meios: físico (atmosfera; solo, água) e biótico (flora e fauna). Elaborou-se matrizes para cada indicador, sendo estas ponderadas em relação a escala de ocorrência e fator de importância. Um técnico da área de colheita florestal realizou o preenchimento das matrizes utilizando coeficientes de alteração previamente definidos. O coeficiente de impacto resultou do produto do coeficiente de alteração pelos fatores de ponderação, sendo avaliado numa escala de -15 a +15. O índice geral de impacto foi determinado para o mesmo padrão de escala. De acordo com os resultados, o saldo total de impacto apresentou-se positivo para os indicadores atmosfera e flora, negativo para o indicador solo e inalterado para os indicadores água e fauna.

PALAVRAS-CHAVE: Colheita florestal, coeficiente de impacto, motosserra.

ENVIRONMENT IMPACT OF THE TECHNOLOGICAL INNOVATION PROCESS IN CUTTING RELASHIONSHIP PHYSICAL AND BIOTIC INDICATORS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the impactante profile of the technological innovation in cutting. The innovation process was analyzed considering the change chainsaw cut to cut Harvester. It was used a method known for evaluation of environmental impact of the technological innovation in the agriculture that evaluates environmental acting of the technology in relation that previously established. The method was adapted for evaluation of the impacts in the forest harvesting. The impacts were analyzed to indicators: physical (atmosphere; soil, water) and biotic (plants and fauna). It was elaborated matrices for each indicators, being weighing accomplished through of the scale of occurrence and factor of importance. The matrices were filled by specialist forest harvesting that used alteration coefficients previously defined. The impact coefficient resulted of the product of the alteration coefficient by weighing factors, being evaluated in scale of -15 to +15. The index

overall impact was determined using same scale. According to results, two indicators showed total coefficient of impact positive (atmosphere and plants); one indicators showed negative (soil) e two showed unchanged (water and fauna).

KEYWORDS: Forest harvesting, impact coefficient, chainsaw.

INTRODUÇÃO

O processo de mecanização na atividade de colheita florestal passou por profundas mudanças nas últimas décadas. Desde a década de 70 até os dias atuais muitas mudanças ocorreram no setor. O processo de corte florestal na década de 60 era realizado basicamente com uso do machado. Este cenário modificou-se a partir da década de 70, quando o processo de modernização das operações de colheita florestal começou a despontar. Neste período surgiram as motosserras profissionais com *design* mais ergonômico e com menor relação peso potência. Nos anos 80 houve grandes avanços no processo de corte florestal com o surgimento do Harvester. Essa máquina executa as operações de derrubada, desgalhamento, destopamento, descascamento, processamento (transformação das toras em toretes) e empilhamento da madeira. Embora bastante versátil, os primeiros Harvester no Brasil consistia basicamente de adaptações de outras máquinas como retroescavadeiras montadas com cabeçote de corte. Na década de 90 obteve-se grandes e significativos avanços no setor de máquinas florestais dado, sobretudo, pela abertura das importações em 1994. Este processo de mecanização e inovação tecnológica trouxe, portanto um novo cenário com relação aos aspectos ambientais nos meios físico e biótico (FREITAS, 2008).

As grandes empresas passaram dessa forma a contar com um arsenal tecnológico, refletindo contudo no aumento da compactação (SEIXAS & JUNIOR, 2001; FENNER, 2008) e dos processos erosivos (ANDRADE *et al.*, 2000; FREITAS *et al.*, 2007; SILVA, 2008), gerado pelo trânsito de máquinas nos talhões. No meio biótico ocorreu, no entanto, a minimização dos impactos na flora (vegetação de sub-bosque), dado a redução da intervenção antrópica pelo processo de corte mecanizado. A modernização na atividade de corte florestal trouxe grandes alterações nos aspectos físicos e bióticos, traçando assim um novo cenário em relação a problemática ambiental nesta atividade.

De posse deste contexto este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos ambientais nos meios físico e biótico relacionados ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal, quando da substituição da motosserra pelo Harvester.

METODOLOGIA

Para avaliação dos impactos resultantes dos avanços tecnológicos na atividade de corte florestal, adotou-se um método consolidado para avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na agropecuária (AMBITEC-AGRO), desenvolvido pela Embrapa Meio-Ambiente, que avalia o desempenho ambiental de uma dada tecnologia ou metodologia em relação àquela previamente estabelecida (RODRIGUES *et al.*, 2003).

A metodologia foi adaptada às realidades do corte florestal, sendo definido primeiramente os indicadores e componentes referentes aos meios físico e biótico. Os indicadores e componentes analisados foram, no meio físico: atmosfera (gases de efeito estufa, material particulado, ruído); solo (erosão, compactação e exportação de nutrientes); água (turbidez, assoreamento e vazão). No meio biótico:

flora (danos à vegetação de sub-bosque, danos às cepas e danos à vegetação do entorno) e fauna (danos a fauna terrestre - vertebrados, danos a fauna terrestre - invertebrados e danos a fauna aquática). Foram elaborados um total de cinco matrizes para coleta de dados, sendo três referentes ao meio físico e duas ao meio biótico.

Cada indicador com seus respectivos componentes resultou numa matriz de ponderação. As matrizes foram preenchidas por um técnico da área com ampla experiência no ramo de colheita florestal. O primeiro passo para a obtenção dos dados foi a ponderação dos componentes de cada indicador, de acordo com a escala de ocorrência e fator importância. Com relação a escala de ocorrência o fator de ponderação foi selecionado de forma a exprimir o aumento do impacto conforme a escala espacial, agravando-o quando a escala de ocorrência estende-se além dos limites da unidade produtiva (RODRIGUES *et al.*, 2003). Foram considerados os seguintes fatores de ponderação: Impacto pontual: impacto que se restringe a área de corte (fator de ponderação = 1); Impacto local: impacto de maior abrangência em relação ao impacto pontual, restringindo-se a área do projeto (fator de ponderação = 2); Impacto no entorno: impacto de maior abrangência em relação ao impacto local, extravasando a área do projeto (fator de ponderação = 5).

A ponderação relacionada ao fator de importância consistiu numa etapa para normalização devido aos diferentes números de componentes de cada indicador e também para consideração do peso relativo de impacto nos respectivos componentes avaliados. O somatório do fator de importância, de todos componentes, de um determinado indicador, resultou em +1 ou -1 (um). Após ponderação, procedeu-se o preenchimento das matrizes (técnico da área de colheita florestal), o qual utilizou os coeficientes de alteração previamente estabelecidos (Quadro 1).

QUADRO 1 - Coeficientes de alteração padronizados para avaliação quantitativa de impactos ambientais da inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

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

Os coeficientes de impacto foram determinados através da multiplicação dos coeficientes de alteração (Quadro 1) pelos fatores de ponderação (escala de ocorrência e fator de importância). Os coeficientes de impacto ambiental foram calculados para todos componentes de cada um dos indicadores que, no somatório, resultou no coeficiente de impacto do respectivo indicador. Esse se enquadrou, de acordo com a metodologia, numa escala de -15 a +15, captando dessa forma as alterações positivas e negativas proporcionadas pela diversificação tecnológica na

atividade de corte florestal.

RESULTADOS

A avaliação de impactos ambientais referentes ao processo de inovação tecnológica quando da substituição do corte semimecanizado (motosserra) para o mecanizado (Harvester), proporcionou alterações nos meios físico e biótico. No meio físico foram avaliados os indicadores atmosfera, solo e água. No caso do indicador atmosfera, o processo de inovação proporcionou impactos positivos para os componentes gases de efeito estufa e ruído, sendo observado para o componente material particulado um grau inalterado de impacto (Tabela 1). Os impactos positivos estiveram relacionados com a redução do potencial poluidor e do nível de ruído, quando da substituição da motosserra pelo Harvester no processo de corte florestal. As motosserras, equipadas com motores dois tempos, apresentam maior potencial poluidor quando comparado aos motores quatro tempos dos maquinários como Harvester. Soma-se ainda o fato dessa máquina substituir um grande número de motosserras nas operações de corte, aspecto que favoreceu também impactos positivos em relação aos níveis de ruído.

Em termos numéricos, o processo de inovação proporcionou um saldo de impacto de 4,60, considerando uma escala de -15 a +15, conforme metodologia aplicada. Observou-se, portanto, impacto positivo de moderado grau para o indicador atmosfera, quando da adoção do processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal (substituição da motosserra pelo Harvester), conforme Tabela 1.

TABELA 1 - Matriz de ponderação para avaliação de impactos ambientais no indicador atmosfera, relacionado ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

Matriz atmosfera		Indicador do aspecto físico				Somatório Ponderação / Coeficiente de impacto
Processo de inovação		Componentes				
Motosserra (tradicional)		Gases	Material particulado	ruído	-----	Coeficiente de impacto
Harvester (inovado)					-----	
Fatores de ponderação		-0,50	-0,15	- 0,35	-----	1,00
Sem efeito	X					
Impacto pontual	1					
Impacto local	2		0,00	-3,00		
Impacto no entorno	5	-1,00				
Coeficiente de Impacto (CI)		2,50	0,00	2,10		4,60
CI = (coeficiente de alteração* fatores de ponderação)						

Para o indicador solo o processo de inovação tecnológica proporcionou coeficiente de alteração positivo para dois dos três componentes avaliados (Tabela 2). O tráfego de maquinários pesados dentro do talhão para realização do corte proporcionou, em relação ao sistema semimecanizado, aumento dos processos de compactação e erosão do solo. Com relação ao componente "exportação de nutrientes" foi observado redução expressiva do coeficiente de alteração, culminando com um impacto positivo (Tabela 2). O fato do Harvester realizar o descascamento da madeira no campo foi um fator decisivo para redução de tal coeficiente, uma vez que que motosserra (sistema tradicional) não realiza tal processo. O saldo de impacto para o indicador em questão apresentou-se negativo,

com índice de - 0,80, evidenciando portanto condições ambientais desfavoráveis quando da adoção do processo de inovação (Tabela 2).

TABELA 2 - Matriz de ponderação para avaliação de impactos ambientais no indicador solo, relacionado ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

Matriz solo		Indicador do aspecto físico				Somatório Ponderação / Coeficiente de impacto
Processo de inovação Motosserra (tradicional) Harvester (inovado)		Componentes				
Fatores de ponderação		Erosão	Compactação	Exportação de nutrientes	-----	
Sem efeito	X					
Impacto pontual	1	1,00	3,00	-3,00		
Impacto local	2					
Impacto no entorno	5					
Coeficiente de Impacto (CI)		-0,35	-1,20	0,75		-0,80
CI = (coeficiente de alteração* fatores de ponderação)						

Para o indicador “água” todos componentes apresentaram-se inalterados, resultando um saldo de impacto nulo. A substituição da motosserra pelo Harvester não condicionou alterações ambientais para o indicador em questão (Tabela 3). A existência de áreas de preservação permanente em reflorestamentos (matas ciliares) impede com que os impactos no solo, retratados anteriormente, incidam nos corpos hídricos, sobretudo os fenômenos erosivos.

TABELA 3 - Matriz de ponderação para avaliação dos impactos ambientais no indicador água relacionado ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

Matriz água		Indicador do aspecto físico				Somatório Ponderação / Coeficiente de impacto
Processo de inovação Motosserra (tradicional) Harvester (inovado)		Componentes				
Fatores de ponderação		Turbidez	Assoreamento	vazão	-----	
Sem efeito	X					
Impacto pontual	1					
Impacto local	2	0,00	0,00	0,00		
Impacto no entorno	5					
Coeficiente de Impacto (CI)		0,00	0,00	0,00		0,00
CI = (coeficiente de alteração* fatores de ponderação)						

No meio biótico foram avaliados os indicadores referentes a flora e fauna. Para o indicador flora foi observada redução de danos em relação à vegetação de sub-bosque, bem como para a vegetação do entorno, no processo de inovação (Tabela 4). Ao comparar o corte mecanizado (Harvester) com o semimecanizado (motosserra), percebe-se uma maior intervenção antrópica no processo semimecanizado, conseqüentemente com maiores impactos a vegetação de sub-bosque. O Harvester contudo não precisa percorrer toda área para realização do corte, uma vez que possui um braço hidráulico que se desloca até as árvores, causando assim menores danos ao sub-bosque. A melhor eficiência no direcionamento de queda das árvores no sistema mecanizado contribuiu ainda para redução de danos à vegetação do entorno. Com relação aos danos às cepas, esses se mostram inalterados quando da substituição da motosserra pelo Harvester

(Tabela 4).

Em termos gerais o saldo de impacto apresentado para o indicador flora foi de 1,65, evidenciando assim pequenas melhorias ambientais quando da adoção do processo de inovação tecnológica no corte florestal (Tabela 4).

TABELA 4 - Matriz de ponderação para avaliação dos impactos ambientais no indicador flora relacionado ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

Matriz flora		Indicador do aspecto biótico				Somatório Ponderação / Coeficiente de impacto
Processo de inovação Motosserra (tradicional) Harvester (inovado)		Componentes				
		Danos a vegetação de sub-bosque	Danos a floresta plantada (cepas)	Danos a vegetação do entorno	----- --	
Fatores de ponderação		- 0,45	- 0,35	- 0,20	-----	1,00
Sem efeito	X					
Impacto pontual	1	-1	0			
Impacto local	2			-3		
Impacto no entorno	5					
Coeficiente de Impacto (CI)		0,45	0,00	1,20		1,65
CI = (coeficiente de alteração* fatores de ponderação)						

O indicador fauna não apresentou alteração em nenhum dos três componentes, refletindo um saldo inalterado de impacto quando da mudança do sistema de corte semimecanizado para o mecanizado (Tabela 5). O processo de inovação não proporcionou danos diretos aos vertebrados, uma vez que os mesmos refugiaram no início das operações, em decorrência da emissão de ruídos no entorno, seja pelo Harvester ou pela motosserra (Tabela 5). No caso da fauna aquática os impactos também não ocorreram, sendo reflexo da proteção pelas matas ciliares, com total preservação dos corpos hídricos e dos organismos inseridos no seu meio (Tabela 5).

TABELA 5 - Matriz de ponderação para avaliação dos impactos ambientais no indicador fauna relacionado ao processo de inovação tecnológica na atividade de corte florestal.

Matriz fauna		Indicador do aspecto biótico				Somatório Ponderação / Coeficiente de impacto
Processo de inovação Motosserra (tradicional) Harvester (inovado)		Componentes				
		Danos a fauna terrestre vertebrados	Danos a fauna terrestre invertebrados	Danos a fauna aquática	----- ---	
Fatores de ponderação		-0,60	-0,15	-0,25	-----	+ /- 1,00
Sem efeito	X					
Impacto pontual	1	0,00	0,00			
Impacto local	2			0,00		
Impacto no entorno	5					
Coeficiente de Impacto (CI)		0,00	0,00	0,00		0,00
CI = (coeficiente de alteração* fatores de ponderação)						

CONCLUSÕES

Dos cinco indicadores avaliados, dois apresentaram melhorias ambientais em relação ao processo de inovação tecnológica, com saldo de impacto positivo, sendo um referente ao meio físico (atmosfera) e outro ao meio biótico (flora). Para o

indicador solo, o processo de inovação tecnológica não apresentou condições ambientais favoráveis, sendo observado um saldo de impacto negativo. Os indicadores água e fauna, respectivamente nos meios físico e biótico, não apresentaram alterações ambientais em decorrência do processo de inovação.

Enfim, cabe ressaltar que as matrizes refletiram opinião de um único avaliador que, apesar de possuir ampla experiência na área de colheita florestal, pode apresentar pontos de vista divergentes em algumas situações quando comparado a outros autores ou mesmo avaliadores.

AGRADECIMENTO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. C.; SOUZA, A. P.; SILVA, E.; NASCIMENTO, A. G.; MACHADO, C. C.; LEITE, H. G.; MINETTI, L. J. Análise dos efeitos da compactação do solo sobre a regeneração das cepas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.24, n.3, p. 261-268, 2000.

FENNER, P. T. **Compactação do solo**. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 388-409.

FREITAS, L. C. **Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica na colheita florestal**. 2008. 118f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FREITAS, L. C.; MACHADO, C. C.; SILVA, E.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em dois módulos. **Revista Ceres**, v.54, n.313, p. 292-303, 2007.

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

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

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