

# *Documentos*

ISSN 1983-974X  
Dezembro, 2013

# 203

## Workshop em Avaliação Econômica de Projetos e Impactos de Tecnologia – WEIT



## Workshop

Avaliação Econômica de Projetos  
e Impactos de Tecnologias da Embrapa

**Embrapa**

## **6- Avaliação social e ambiental de tecnologias da Embrapa: Sistema Ambitec-Agro**

---

*João Paulo Guimarães Soares<sup>1</sup>*

*Geraldo Stachetti Rodrigues<sup>2</sup>*

### **Histórico**

Nas últimas décadas, razões de ordem econômica, social, ecológica e ética, além de imposição legal, motivaram as organizações a buscarem e demonstrarem uma relação responsável com seus consumidores e saudável para o ambiente. Tais preocupações, em grande parte, são resultantes do grau de apropriação que a humanidade tem feito dos recursos ambientais, às vezes muito além da capacidade regenerativa da natureza (IRIAS et al., 2004).

Nesse contexto, prevenir e monitorar os danos causados ao ambiente natural por atividades antrópicas, através da avaliação de impactos ambientais (AIA), torna-se necessário para assegurar a melhoria das alternativas de desenvolvimento (BISSET, 1987), bem como para assessorar os produtores rurais na tomada de decisão, quanto às melhores opções de práticas, atividades e formas de manejo a serem implementadas (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003). Inicialmente, a AIA foi concebida para proporcionar a diminuição dos impactos, definidos como "qualquer alteração nas características físicas,

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Cerrados com atuação nas áreas de sistemas orgânicos de produção animal e avaliação de impactos de tecnologias sustentáveis; jp.soares@embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente com atuação nas áreas de Ecologia, Biologia Evolutiva e avaliação de impactos ambientais; geraldo.stachetti@embrapa.br

químicas ou biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia derivada das atividades humanas, e que possa direta ou indiretamente afetar a saúde, a segurança ou o bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais; a biota; as condições estéticas e sanitárias; e a qualidade dos recursos naturais” (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003). Observa-se, ademais, a necessidade de inclusão na AIA as dimensões de manutenção da capacidade de suporte dos ecossistemas, a conservação da qualidade do ambiente, e as dimensões socioculturais, econômicas e institucionais.

Para um programa de AIA das atividades desenvolvidas no estabelecimento rural devem-se adotar ainda os seguintes princípios: ser aplicável a qualquer atividade do meio rural brasileiro, indicando pontos críticos para correção do manejo; atender ao rigor da comunidade científica para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Transferência de Tecnologia (TT), e ao mesmo tempo permitir o uso prático pelos agricultores/empresários rurais; contemplar, de forma abrangente, os aspectos ecológicos, econômicos e sociais em um número adequado e suficiente de indicadores específicos; ser informatizado e prover uma medida final integrada do impacto ambiental da atividade.

Nesse sentido o sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro) vem sendo utilizado pela Embrapa para balizar a adoção de inovações tecnológicas agropecuárias (AVILA et al., 2008) e constitui ferramenta aplicável a processos de certificação ambiental, contribuindo para o desenvolvimento rural sustentável.

## **Método e estratégia**

O Sistema Ambitec-Agro foi desenvolvido na Embrapa Meio Ambiente e é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que integram critérios e indicadores ambientais e sociais, em uma abordagem multicritério. A dimensão ambiental apresenta aspectos relacionados a eficiência tecnológica, conservação e recuperação ambiental, bem-estar/saúde animal e qualidade do produto, constru-

idos em matrizes de ponderação automatizadas para análise de nove critérios, quais sejam, uso de insumos materiais e veterinários, uso de energia, uso de recursos naturais, atmosfera, qualidade do solo, qualidade da água, biodiversidade, bem-estar animal sob pastejo e bem-estar animal sob confinamento (BARRETO et al., 2010). Já na dimensão de impactos sociais (RODRIGUES et al., 2005) apresentam-se os aspectos Emprego, Renda, Saúde e Gestão e Administração, que juntos envolvem quatorze critérios (RODRIGUES & RODRIGUES, 2006). Em ambas as dimensões as respectivas variáveis são mensuradas com base em coeficientes de alteração, ou seja, pela atribuição, a cada variável estudada, de um valor que representa a alteração proporcionada pela implementação da tecnologia, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Coeficientes de alteração do componente em função do efeito da tecnologia

<b>Efeito da tecnologia na atividade produtiva, sob as condições de manejo específicas observadas em campo</b>	<b>Coeficiente de alteração do componente</b>
Grande aumento no componente	+3
Moderado aumento no componente	+1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	-1
Grande diminuição no componente	-3

Fonte: RODRIGUES et al. (2003).

Para determinação dos índices de impacto observados para os indicadores, além dos coeficientes de alteração, são ainda incluídos fatores de ponderação relativos à importância dos indicadores e à sua escala geográfica de ocorrência (IRIAS et al., 2004). Os valores dos fatores de ponderação da importância dos indicadores (Figura 1) variam conforme seu número na composição do critério (ou seja, sua normalização).

Tabela de coeficientes de alteração do uso de insumos								Averiguação fatores de ponderação
Uso de insumos materiais	Insumos veterinários			Alimentação				
	Frequência	Variedade	Resíduo	Ração	Volumoso / silagem	Aditivos / suplementos		
Fatores de ponderação k	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	1	
Sem efeito								
Marcar com X								
Pontual → 1								
Local → 2								
Entorno → 5								
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 1. Exemplo de matriz multicritério do sistema Ambitec-Agro, com destaque para os fatores de ponderação de importância dos indicadores na composição do critério 'Uso de insumos materiais'.  
Fonte: Rodrigues et al. (2003).

Assim, os fatores de ponderação devem somar uma unidade (1) que poderá assumir valor positivo ou negativo, definindo a direção do impacto para o indicador. Se a alteração observada no indicador significar um impacto favorável, a soma dos fatores será positiva (+ 1), se representar um impacto deletério, a soma dos fatores será negativa (-1).

Definidos os fatores de ponderação, inserem-se os coeficientes de alteração segundo sua abrangência geográfica, ou seja, definindo a escala de ocorrência (Figura 1) da alteração observada em campo, que varia entre pontual (fator de ponderação = 1), quando o efeito se restringe ao ambiente imediato de implantação da tecnologia (o campo, parcela ou recinto); local (fator de ponderação = 2), quando o efeito extrapola o campo ou recinto, para alcançar o estabelecimento rural; e entorno (fator de ponderação = 5), quando o impacto gerado ultrapassa os limites do estabelecimento.

Uma vez completadas as observações de campo e levantamento de dados junto ao produtor e inseridos os respectivos coeficientes de alteração nas matrizes de ponderação correspondentes, os resultados são expressos graficamente na planilha de avaliação de impactos, especifi-

camente para cada indicador, bem como sua agregação para compor o índice geral de impacto socioambiental (Figura 2), que pela combinação multicritério dos coeficientes de alteração e fatores de ponderação é expresso em uma escala entre +/-15.

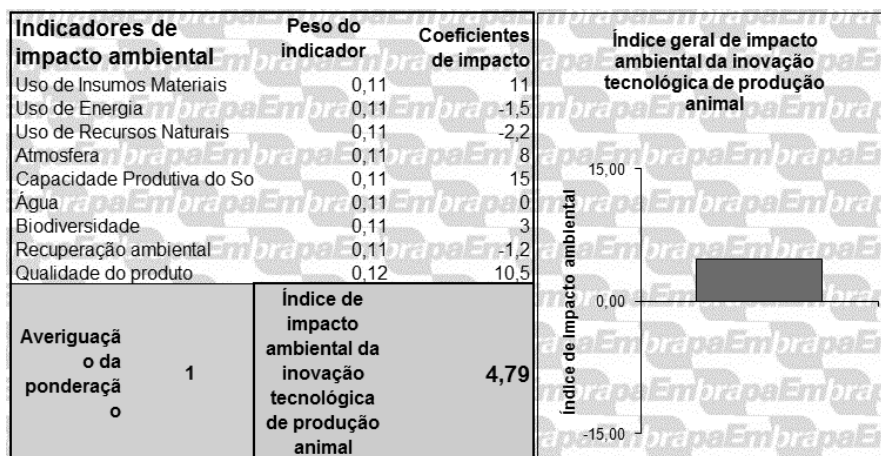


Figura 2 – Visão geral de resultados da avaliação do impacto ambiental do sistema Ambitec-Agro, dimensão ambiental. Fonte: Rodrigues et al. (2003).

Ao final de todas as coletas, os dados de todos os produtores são organizados em uma tabela de resumo para que seja possível a obtenção das médias dos critérios e indicadores avaliados para posterior análise descritiva.

## Aplicação e resultados de pesquisas

Apresentamos aqui um estudo que foi conduzido com o objetivo de comparar os impactos ambientais da transição agroecológica da produção de carne bovina convencional para orgânica em unidades de produção no Brasil, através do Sistema Ambitec-Agro, focando a dimensão ambiental. Foram avaliadas nove unidades de produção no Estado do Mato Grosso do Sul, que integram os únicos 18 produtores brasileiros de carne bovina orgânica. Todos os índices constam nas tabelas 2 e 3.

Com base na produção convencional de carne bovina, ou seja, no período anterior à conversão para orgânica (2008), o índice geral médio de impacto ambiental apresentou-se na ordem de ( $\mu = -1,97$ ). Com a migração para o sistema de produção de carne orgânica, o índice geral médio de impacto ambiental se elevou para ( $\mu = 3,16$ ), sendo a diferenciação entre as duas formas de produção de ( $\mu = 5,13$ ). Esse resultado confirma que a adoção de métodos para a produção orgânica tende a ser benéfica ao ambiente (FIGUEIREDO & SOARES, 2012).

Para uma melhor compreensão e análise da tecnologia avaliada é necessário o estudo em particular de cada indicador, os quais foram divididos em quatro grupos. No grupo Fatores de Produção estão agrupados os índices: uso de insumos materiais, uso de energia e uso de recursos naturais. Fazendo a comparação entre a pecuária convencional e a pecuária orgânica, o índice que apresentou maior variação foi o de uso de insumos materiais, sendo o índice na produção de carne bovina convencional igual a  $-8,50$ , passando para  $\mu = 9,89$  na produção orgânica. Nos outros dois índices deste grupo a variação foi menor no uso de energia, que na produção convencional resultou em  $\mu = -2,33$ , passando a  $\mu = -0,57$  na produção orgânica. Já no uso de recursos naturais a variação foi de  $1,40$ , quando na produção convencional se obteve  $\mu = -0,58$ , aumentando para  $\mu = 0,82$  na pecuária orgânica.

A redução no uso e na variedade de insumos veterinários que compõem os insumos materiais estudados tem relação com a diminuição dos resíduos químicos presentes nos produtos e subprodutos produzidos pelos animais, que são disponibilizados à população geralmente sem a devida carência após a aplicação do medicamento e que no sistema orgânico de produção animal não são permitidos (SOARES et al., 2011).

No índice uso de insumos materiais o sistema Ambitec-Agro mensura o uso de insumos veterinários e alimentação, que na produção orgânica são autorizados apenas para produtos homeopáticos e fitoterápicos (SOARES et al., 2012), enquanto na alimentação se faz uso apenas de suplementação autorizada pela Instrução Normativa IN46 (BRASIL, 2011).

Na composição dos fatores ambientais foram agrupados os índices atmosfera, qualidade do solo, qualidade da água, biodiversidade e recuperação ambiental. No caso de recursos naturais a variação entre a produção convencional e a orgânica foi de 2,89). O índice qualidade do solo a variação foi de ( $\mu = 15,56$ ), sendo inclusive a segunda maior variação entre todos os índices avaliados na tabela. Nos outros três índices, qualidade da água, biodiversidade e recuperação ambiental, as diferenças foram menores, respectivamente ( $\mu = 1,27$ ,  $\mu = 2,86$  e  $\mu = 0,73$ ).

O índice de maior destaque dos fatores ambientais foi o de qualidade do solo, que neste estudo apresentou variação de 15,56, proveniente da comparação do manejo do solo das pastagens utilizadas para a produção de carne bovina convencional ( $\mu = -5,44$ ) em relação a produção de carne sob manejo orgânico ( $\mu = 10,11$ ), sendo a maior contribuição para a formação do índice geral de impactos ambientais na produção orgânica.

O aumento do índice capacidade produtiva do solo está relacionado a não utilização de pesticidas, cuja utilização é proibida nos sistemas orgânicos de produção. Outras variáveis foram também importantes, como a compactação do solo que diminuiu com a redução do número de cabeças por hectare, característica da pecuária orgânica (SOARES et al., 2011; SOARES et al., 2012).

Para a formação do penúltimo grupo de indicadores foram consideradas as duas variáveis relacionadas ao bem-estar animal, sob pastejo e sob confinamento. O índice bem-estar animal sob pastejo não apresentou grande variação entre a pecuária convencional e a pecuária orgânica, sendo esta variação de 2,73 entre a produção convencional ( $\mu = -0,24$ ) e a orgânica ( $\mu = 2,48$ ). No caso do índice bem-estar animal sob confinamento a variação entre as duas formas de produção foi de 8,06 entre a pecuária convencional ( $\mu = -3,28$ ) e a pecuária orgânica ( $\mu = 4,78$ ), sendo o terceiro índice de maior variação de todo o estudo, mesmo se dos nove produtores entrevistados, apenas quatro utilizem a prática do semiconfinamento.



O último grupo é composto apenas por um índice, a qualidade do produto. Na produção convencional o valor obtido foi de  $\mu = -0,41$ , passando para  $\mu = 0,77$  na produção de carne bovina orgânica. Comparando a produção convencional e a produção orgânica a variação foi de ( $\mu = 1,18$ ). A pequena variação se deu consequentemente em função da Inspeção Federal e pela Legislação (IN 46) que é rígida, sobretudo, no uso de contaminantes químicos (FIGUEIREDO & SOARES, 2012).

Para uma melhor compreensão dos resultados foi realizada uma comparação entre os nove produtores de carne bovina orgânica, sendo formados grupos ('clusters') entre os produtores que mais se aproximam em relação aos resultados ambientais na produção orgânica, que podem ser observados na averiguação da ponderação (Tabela e Figura 3).

O primeiro 'cluster' analisado agrupou os produtores 1, 3, 6 e 7, que apresentaram índice geral do impacto ambiental da produção orgânica entre  $\mu = 4,40$  e  $\mu = 4,51$ , se caracterizando pela obtenção das maiores médias, demonstrando a maior preocupação com os impactos ambientais (Tabela 2). No segundo 'cluster' analisado estão agrupados os produtores 2, 5 e 8, cujo resultado do índice geral do impacto ambiental da produção orgânica apresentou-se entre  $\mu = 1,90$  e  $\mu = 2,63$ , a segunda melhor média. No terceiro e último 'cluster' estão agrupados os produtores 4 e 9, com índice geral do impacto da produção orgânica, entre  $\mu = 1,78$  e  $\mu = 2,39$ .

Nestes dois últimos 'clusters' os produtores se destacaram pela preocupação ambiental antes mesmo de modificarem a sua forma de produção para a orgânica, pois já utilizavam boas práticas ambientais, sendo necessários apenas ajustes com a mudança para a pecuária orgânica, conforme exigências previstas na legislação (FIGUEIREDO & SOARES, 2012) para produção orgânica animal e vegetal (BRASIL, 2011).

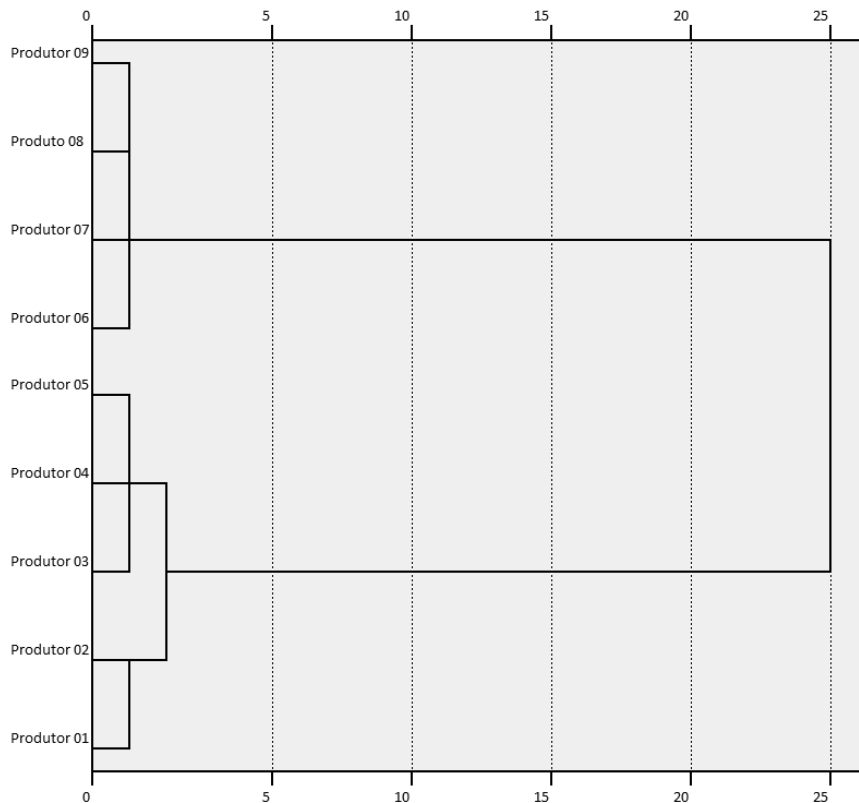


Figura 3. Análise de 'cluster' para comparação entre os nove produtores de carne bovina orgânica.

Como conclusões pode-se identificar que quatro produtores apresentaram os melhores índices de impacto ambiental para a produção de carne orgânica, variando de  $\mu = 7,88$  a  $8,28$  e que o manejo orgânico da produção, quando comparado ao convencional, proporcionou um impacto ambiental positivo.

## Referências

AVILA, A. F. D., RODRIGUES, G. S., VEDOVOTO, G.L. Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.

BARRETO, H. F. M., SOARES, J. P. G., MORAIS, D. A. E. F., SILVA, A. C. C., SALMAN,

A. K. D. Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio Grande do Norte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1073 - 1081, 2010.

BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: BISWAS, A. K.; GEPING, Q. (Ed.). *Environmental impact assessment for developing countries*. London: Tycoly International, 1987. p. 3-64.

BRASIL. Instrução normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 06 Outubro. 2011. Seção 1, p. 8.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SOARES, J. P. G. Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. *A produção animal no mundo em transformação: anais*. Brasília, DF: SBZ, 2012. 1 CD-ROM.

IRIAS, L. J. M. et al. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária - aplicação do sistema Ambitec. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-39, jan./jun. 2004.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, abr. 2003.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. Avaliação de impactos ambientais na agropecuária. In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. *Gestão Ambiental na Agropecuária*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.1-27.

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

RODRIGUES, G. S., CAMPANHOLA, C., KITAMURA, P. C., IRIAS, L. J. M., RODRIGUES, I. A. Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec-Social). *Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna: EMBRAPA*, 2005. 30P. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 35).

SOARES, J.P.G.; SALMAM, A.K.; AROEIRA, L.J.M.; FONSECA, A.H.F.; FAGUNDES, G.M., SILVA, J.B. Organic milk production in Brazil: Technologies for sustainable production. *Icrofs News*, v.1: 6-9, 2012.<http://www.icrofs.org/>.

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; FONSECA, A.H.F.; SANÁVRIA, A., FAGUNDES, G.M., SILVA, J.B. Produção orgânica de leite no Brasil: Tecnologias para a produção sustentável. In: Lopes, B.C., Machado, C.H.C., Josahkian, L. A. et al. (Edit). *Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas (8: 2011: Uberaba, MG) Anais do 8º Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas – Simpósio “Pecuária Tropical Sustentável: Inovação, Avanços Técnico-científicos e Desafios”*. Uberaba, MG: ABCZ / Polo de Excelência em Genética Bovina, 2011. 206 p.: il.

Tabela 2 - Fatores de ponderação, coeficientes de alteração e de impactos ambientais do manejo convencional e orgânico

Indicadores Fator K	Convencional (2008)									Orgânico (2012)									
	Produtores									Produtores									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Uso de insumos materiais	0,09	-12,5	-9,0	-12,0	6,5	-10,5	-12,5	-12,5	-4,0	-8,50	11,5	11	10,5	0,0	11,0	11,5	12,0	10,0	9,89
Uso de energia	0,09	-3,38	-5,5	-1,5	-1,38	-2,0	-3,38	-3,38	0,88	-2,33	0,5	0,0	0,5	-4,5	-0,5	0,5	-2,13	0,0	-0,57
Uso de recursos naturais	0,09	-1,8	-0,2	-0,9	0,7	0,3	-1,8	0,0	0,3	-0,58	0,8	1,2	-0,4	1,5	0,9	0,8	0,5	1,3	0,82
Atmosfera	0,09	0,0	0,4	-6,0	-1,0	0,0	0,0	-2,4	0,4	-1,0	0,0	1,2	12,0	0,2	0,0	0,0	2,4	1,2	1,89
Qualidade do solo	0,09	-11,0	-5,0	-10,0	4,0	-3,0	-11,0	-3,0	1,0	-5,44	13,0	13,0	12,0	12,0	3,0	13,0	13,0	9,0	10,1
Qualidade da água	0,1	-0,6	-0,2	0,0	1,0	0,0	-0,6	0,4	0,6	-0,09	1,8	0,6	0,6	3,0	0,8	1,8	0,8	-0,6	1,18
Biodiversidade	0,09	-1,0	0,4	-1,6	-0,8	-1,0	-1,0	0,2	-0,8	-0,73	2,4	0,9	3,0	3,0	1,6	2,4	2,20	1,20	2,12
Recuperação ambiental	0,09	-0,2	1,4	-0,4	1,4	0,6	-0,2	1,6	2,6	0,73	1,4	1,2	3,6	1,2	1,8	1,4	0,6	0,6	1,47
Bem-estar animal sob pastejo	0,09	-3,0	3,0	-0,2	1,0	1,0	-3,0	-3,0	1,0	-0,24	3,0	0,0	1,95	3,0	2,4	3,0	3,0	3,0	2,48
Bem-estar animal sob confinamento	0,09	-9,0	0,0	-2,5	0,0	0,0	-9,0	0,0	0,0	-3,28	13,3	0,0	4,0	0,0	0,0	13,0	13,0	0,0	4,78
Qualidade do produto	0,09	-0,65	0,9	-2,3	0,0	0,0	-0,65	-0,65	0,0	-0,41	1,25	0,0	2,3	0,0	0,0	1,25	1,25	0,0	0,77
Averiguação da ponderação	1,0	-3,89	-1,24	-3,37	1,04	-1,35	-3,89	-3,89	-1,3	0,16	4,4	2,63	4,51	1,78	1,9	4,4	2,02	2,39	3,16

Tabela 3 - Valores de diferenciação dos impactos ambientais entre manejo convencional e orgânico na pecuária de corte

Indicadores	Fator K	Diferenciação (2012)									Média geral
		Produtores									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Uso de insumos materiais	0,09	24,0	20,0	22,5	-6,5	21,5	24,0	24,0	22,0	14,0	18,39
Uso de energia	0,09	3,88	5,5	2,0	-3,13	1,5	3,88	3,88	-0,75	-0,88	1,76
Uso de recursos naturais	0,09	2,6	1,4	0,5	0,8	0,6	2,6	2,6	0,5	1,0	1,4
Atmosfera	0,09	0,0	0,8	18,0	1,2	0,4	0,0	0,0	4,8	0,8	2,89
Qualidade do solo	0,09	24,0	18,0	22,0	8,0	6,0	24,0	24,0	6,0	8,0	15,56
Qualidade da água	0,1	2,4	0,8	0,6	2,0	0,8	2,4	2,4	1,2	-1,2	1,27
Biodiversidade	0,09	3,4	0,5	4,6	3,8	2,6	3,4	3,4	2,0	2,0	2,86
Recuperação Ambiental	0,09	1,6	-0,2	4,0	-0,2	1,2	1,6	1,6	-1,0	-2,0	0,73
Bem-estar animal sob pastejo	0,09	6,0	-3,0	2,15	2,0	1,4	6,0	6,0	2,0	2,0	2,73
Bem-estar animal sob confinamento	0,09	22,0	0,0	6,5	0,0	0,0	22,0	22,0	0,0	0,0	8,06
Qualidade do produto	0,09	1,9	-0,9	4,6	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	1,2	1,18
Averiguação da ponderação	1,0	8,28	3,87	7,88	0,74	3,25	8,28	8,28	3,32	2,23	5,13