

AVALIAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DA INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE PARA PRODUÇÃO LEITEIRA NA AGRICULTURA FAMILIAR¹

Geraldo Stachetti Rodrigues² - Izilda A. Rodrigues³ - Oscar Tupy⁴
Artur Chinelato de Camargo⁴ - André Luiz Monteiro Novo⁴
Lia F. Bonadio⁵ - Flávio Suelo Tokuda⁶ - Elio Ferreira Andrade⁷
Cláudio Mitsuo Shiota⁸ - Renato Augusto da Silva⁹

RESUMO: Duas características da pecuária leiteira podem ser destacadas na atualidade: a) o baixo valor do leite, que dificulta a adoção de tecnologias que favoreçam a produtividade e b) a concentração da produção leiteira em estabelecimentos pequenos, nos quais predomina a atividade em nível de subsistência, com mão-de-obra familiar e renda mensal que não ultrapassa um salário mínimo. Um projeto de pesquisa e transferência de tecnologia da Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, Estado de São Paulo) vem sendo desenvolvido desde 1998 para melhoria desse cenário. Uma vez implantado o projeto em uma série de estabelecimentos na região de Votuporanga, Estado de São Paulo, desenvolveu-se este estudo, para avaliar os impactos sócio-ambientais da adoção da tecnologia. Os resultados indicam que o desempenho dos estabelecimentos melhora em função do tempo desde a adoção e que a tecnologia contribui positivamente para o desenvolvimento sustentável, sendo recomendada para transferência.

Palavras-chave: avaliação de impactos, desenvolvimento sustentável, indicadores de sustentabilidade, metodologia, gestão tecnológica, Ambitec-Agro.

SOCIO-ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL INTEGRATION FOR MILK PRODUCTION IN FAMILY AGRICULTURE EMBRAPA PROJECT

ABSTRACT: Two main features presently characterize the milk production system: a) the low value paid for production, which hinders the adoption of technical innovations and b) the concentration of milk production in small holdings, basically for subsistence purposes, using family labor with salaries below minimum wage. Aimed at improving this scenario, a research and development project has been carried out by Southeast Cattle Research Center of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) located in São Carlos, SP, Brazil since 1998. The present study assessed the socio-environmental impacts of the technological innovations brought by the project in the Votuporanga region (SP, Brazil). The results of this assessment show that the longer the time since adoption, the better the socio-environmental performance of the holdings. Furthermore, technology contributes to improve local sustainability and its transfer to farmers is recommended.

Key-words: impact assessment, sustainable development, impact indicators, methodology, technology management, Ambitec-Agro.

JEL Classification: O13, Q2, Q20.

¹Agradecimento especial é dirigido aos produtores da região de Votuporanga participantes do Projeto "Integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar", Benedito Jacob Gonçalves de Souza, Vivaldo Melo Júnior, Nivaldo Figueiras Filho e Sedilson Ordonho. Os autores agradecem encarecidamente à Andréa Asmus, graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul que, em estágio supervisionado na Embrapa Meio Ambiente, contribuiu com maturidade acadêmica e profissionalismo para a elaboração deste trabalho. Registrado no CCCT, ASP-02/2006.

²Ecólogo, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente (e-mail: stacheti@cnpma.embrapa.br).

³Geógrafa, Pesquisadora Colaboradora Embrapa Meio Ambiente (e-mail: isis@cnpma.embrapa.br).

⁴Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: tupy@cnpse.embrapa.br; artur@cnpse.embrapa.br e andren@cnpse.embrapa.br).

⁵Socióloga e Jornalista, Colaboradora Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: liabonadio@gmail.com).

⁶Engenheiro Agrônomo, Casa da Agricultura Pontes Gestal (e-mail: flavio313@itelefonica.com.br).

⁷Médico Veterinário, Casa da Agricultura em Cardoso, (e-mail: eliofandrade@terra.com.br).

⁸Engenheiro Agrônomo, Autônomo, Cardoso (SP).

⁹Médico Veterinário, Casa da Lavoura Valentim Gentil (e-mail: renatoaugustovet@bol.com.br).

1 - INTRODUÇÃO

A produção de leite no Estado de São Paulo atualmente é da ordem de 2,0 bilhões de litros/ano, com valor bruto de produção de R\$620 milhões. A atividade leiteira está presente em 120 mil das 300 mil propriedades rurais paulistas, sendo que 86% dos estabelecimentos produzem menos de 100 litros diários (AMARAL; GHOBIL; COELHO, 2005; EMBRAPA GADO DE LEITE, 2005). Mesmo sendo responsáveis por grande parte da oferta de leite, os pequenos produtores familiares, em geral, dispõem de parca base de conhecimentos e tecnologias que permitam o seu desenvolvimento. Como consequência, as propriedades leiteiras, principalmente as de pequeno porte, apresentam baixa produtividade e renda reduzida (CAMARGO, 1999).

Várias restrições à produção leiteira podem ser enumeradas para explicar o quadro de dificuldades imposto aos produtores (ABDALLA et al., 1999), constando desde questões gerenciais, sanitárias e de manejo (SPEXOTO; OLIVEIRA; OLIVAL, 2005), de capacidade de investimento (ESPÍRITO SANTO, 2001), até questões de estresse ambiental, como quanto aos níveis de conforto térmico (PIRES et al., 2005; CAMPOS et al., 2005). Com o propósito de promover uma mudança de cenário dos estabelecimentos familiares que se dedicam à produção de leite, existe, desde 1998, um projeto de pesquisa em execução pela Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP) que tem gerado resultados que viabilizam economicamente a produção de leite dos estabelecimentos familiares (TUPY et al., 2003).

O projeto consiste em transferência de tecnologia e capacitação de extensionistas rurais, pregando um conjunto de medidas tecnológicas e de manejo, que podem ser brevemente descritas como segue: implantação de gramíneas forrageiras tropicais em piquetes irrigados e adubados, rotacionados em regime intensivo no verão e complementação com volumoso (em geral cana-de-açúcar) com enriquecimento protéico no inverno. Ênfase no conforto térmico e acessibilidade a fontes de água e suplementos, com sombreamento das áreas de

descanso e preferência ao pastejo noturno e nas primeiras horas da manhã. Aplicação de sistemas de gestão e controle reprodutivo do rebanho (quadro dinâmico circular), da rotação dos piquetes e do fluxo de caixa; seleção e melhora do rebanho, estruturação e planejamento das parições. Programa de treinamentos e acompanhamento indispensável de um técnico especificamente capacitado. Uma descrição detalhada da implantação do programa tecnológico aqui denominado "Integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar" pode ser obtida com Camargo et al. (2005).

O projeto vem sendo implantado em uma série de estabelecimentos familiares na região de Votuporanga (SP), com vistas à validação do processo de transferência e adoção tecnológica. A região de Votuporanga é considerada de especial interesse para o estudo de validação, já que partilha as restrições comuns à produção leiteira, detendo aproximadamente 3,8% do rebanho leiteiro paulista, e a mesma porcentagem com relação à produção - com produtividade que se iguala à média do Estado de São Paulo (AMARAL; GHOBIL; COELHO, 2005; EMBRAPA GADO DE LEITE, 2005).

Este estudo tem como objetivo a avaliação dos impactos sócio-ambientais da "Integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar", visando contribuir com o processo de transferência e adoção da tecnologia.

2 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Avaliações de impacto ambiental (AIAs) são ferramentas metodológicas indicadas para previsão, análise e mitigação dos efeitos negativos de projetos, planos e políticas que impliquem em alteração da qualidade ambiental (SECRETARIA, 1992). As AIAs têm sido também aplicadas a inovações tecnológicas agropecuárias, no sentido de instruir o desenvolvimento, a indicação, a transferência e a adoção de tecnologias (RODRIGUES, 1998).

A dimensão social é parte indissociável das metodologias desenvolvidas para avaliação de impactos, sendo aplicadas a projetos de pesquisa e desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2000), programas e políticas (PAULINO et al., 2003), bem como a atividades produtivas em estabelecimentos rurais (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES et al., 2003).

A avaliação de desempenho sócio-ambiental realizada neste estudo valeu-se da aplicação do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias¹⁰ (Ambitec-Agro - RODRIGUES; CAMPANHOLA; KITAMURA, 2002; RODRIGUES et al., 2003a, 2003b; IRIAS et al., 2004a; 2004b). A construção do Sistema Ambitec-Agro baseia-se em uma experiência prévia de AIA aplicada a projetos de pesquisa no âmbito institucional (RODRIGUES et al., 2000), na qual foi selecionado e validado um conjunto de indicadores direcionados à avaliação da contribuição de uma dada inovação tecnológica para o desempenho ambiental da atividade agropecuária no estabelecimento rural. Setores produtivos variados foram enfocados na construção do sistema, como a agricultura em todas as suas aplicações, cuja base de avaliação de impactos estende-se em área; a produção animal, com base de avaliação centrada em unidades animais; e a agroindústria, com base de avaliação direcionada a estabelecimentos agroindustriais (IRIAS et al., 2004a). Um módulo adicional é direcionado à avaliação de impactos sociais (RODRIGUES et al., 2005).

Uma avaliação de impacto com o Sistema Ambitec-Agro envolve três etapas: a primeira refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia, que inclui informações sobre o seu alcance (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e sobre o universo de adotantes da tecnologia (definindo-se a amostra).

A segunda etapa trata da realização dos levantamentos de campo e entrevistas individuais com os adotantes selecionados e inserção dos da-

dos sobre os indicadores de impacto nas planilhas componentes do Sistema (plataforma MS-Excel®). Com isso, obtêm-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregados de impacto da tecnologia selecionada, expressos graficamente.

A terceira etapa consiste da análise e interpretação desses índices em relatórios de gestão tecnológica individuais, dirigidos aos produtores, com indicação de alternativas de manejo que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

Neste estudo, foram aplicados dois módulos do Sistema, denominados Ambitec-Produção Animal e Ambitec-Social, cujo conjunto de indicadores inclui um total de 10 aspectos, quais sejam: **alcance, eficiência, conservação ambiental, recuperação ambiental, conforto e saúde animal e qualidade do produto** para o Ambitec-Produção Animal (RODRIGUES; CAMPANHOLA; KITAMURA, 2002; 2003a; 2003b) (Figura 1), e **emprego, renda, saúde, e gestão e administração** para o Ambitec-Social (RODRIGUES et al., 2005) (Figura 2).

Cada um desses aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas (conforme exemplo apresentado na figura 3), nas quais os componentes dos indicadores são valorados com "coeficientes de alteração" padronizados (Tabela 1). Os 'coeficientes de alteração' são definidos em uma entrevista/vistoria entre o avaliador e o produtor rural, em função dos efeitos da inovação tecnológica verificados na vistoria, e devido especificamente à aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à situação estudada.

A figura 3 apresenta uma matriz de ponderação típica, nesse caso com os quatro componentes do indicador recuperação ambiental (solos degradados, ecossistemas degradados, áreas de preservação permanente e reserva legal). Os 'coeficientes de alteração' foram padronizados na formulação do Sistema Ambitec-Agro (RODRIGUES;

¹⁰O desenvolvimento do Sistema Ambitec-Agro resulta de uma iniciativa institucional de avaliação dos resultados da pesquisa agropecuária, um esforço coordenado pela Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE) da Embrapa.

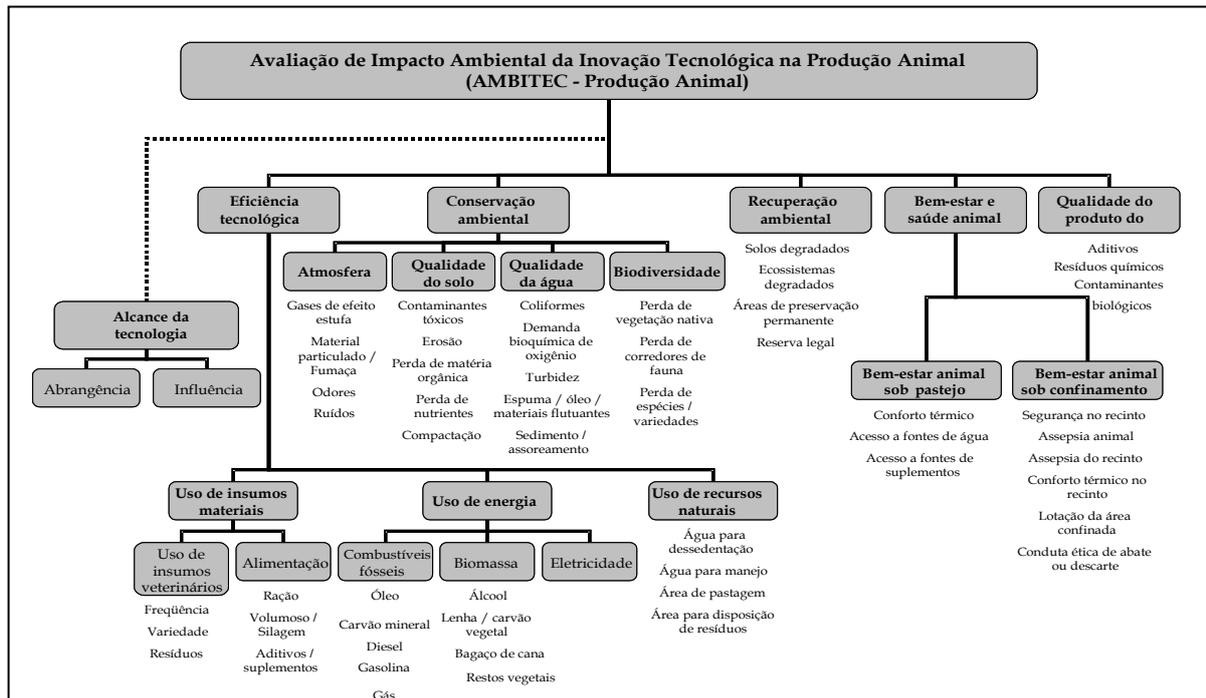


Figura 1 - Aspectos e Indicadores para a Avaliação do Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica de Produção Animal (Ambitec-Produção Animal).

Fonte: Adaptada pelos autores a partir de Irias et al. (2004a)

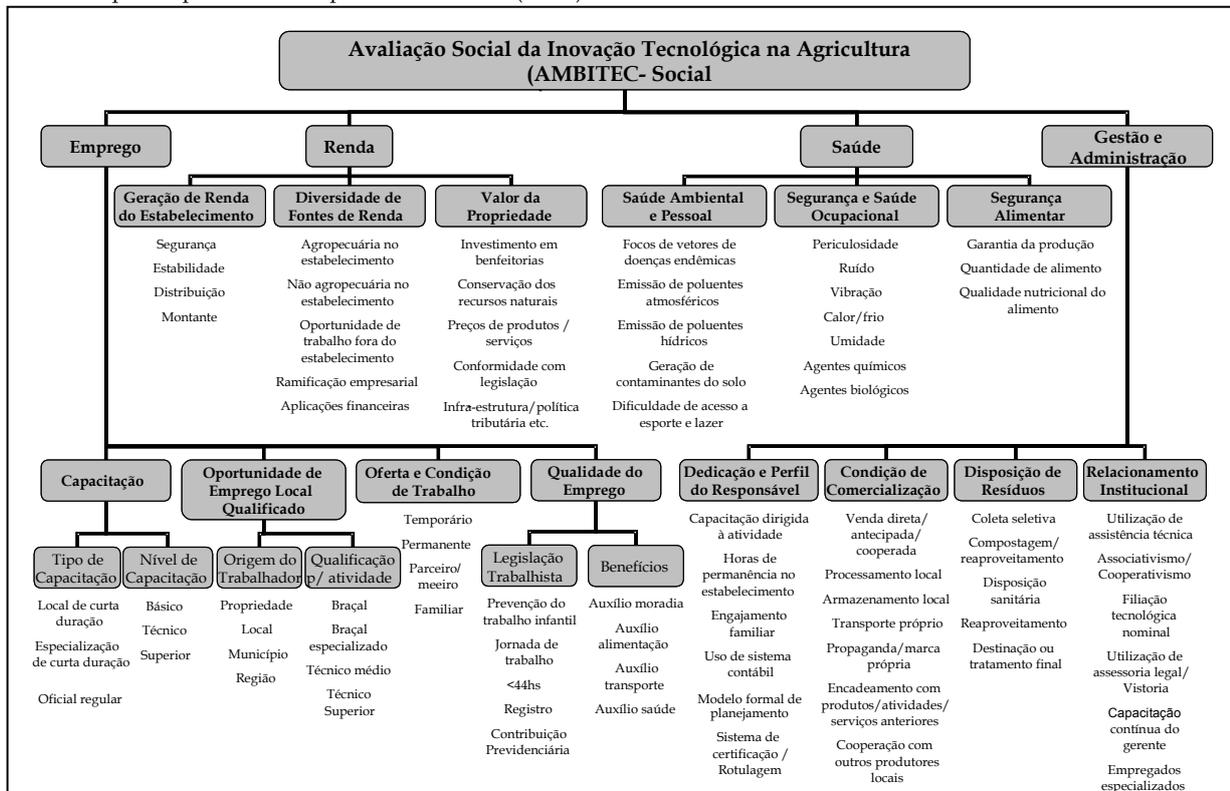


Figura 2 - Aspectos, Indicadores e Componentes para Avaliação do Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social).

Fonte: Adaptada pelos autores a partir de Rodrigues et al. (2005).

Recuperação ambiental		Tabela de coeficientes de alteração da variável				Averiguação fatores de ponderação
		Variável de recuperação ambiental				
		Solos degradados	Ecosistemas degradados	Áreas de preservação permanente	Reserva Legal	
Fatores de ponderação k		0,2	0,2	0,2	0,4	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Pontual Local Entorno	Marcar com X					
	1				0	
	2	3	3	3		
	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		1,2	1,2	1,2	0	3,6

Figura 3 - Matriz de Ponderação e Avaliação do Indicador Recuperação Ambiental, do Sistema Ambitec-Produção Animal. Fonte: Dados da pesquisa.

CAMPANHOLA; KITAMURA, 2002) para qualificar os efeitos da inovação tecnológica sobre cada componente dos indicadores, como grande ou moderado aumento, ou grande ou moderada diminuição, ou componente inalterado, evitando-se o freqüente viés de indicação de efeito intermediário em levantamentos que utilizam escalas qualitativas.

Tabela 1 - Efeitos da Inovação Tecnológica e Coeficientes de Alteração a Serem Inseridos nas Células das Matrizes de Avaliação de Impacto da Tecnologia

Efeito da tecnologia na atividade do agronegócio sob as condições de manejo específicas	Coefficiente de alteração do componente
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; Campanhola; Kitamura (2002).

Cabe salientar que nesse momento da entrevista estabelece-se um diálogo entre o produtor e o avaliador sobre as alterações ocorridas no estabelecimento em função da adoção da tecnologia, para todos os indicadores do sistema. Esse diálogo traz os dados que fundamentarão a avaliação circunstanciada dos índices de impacto obtidos com o sistema, bem como prevê os elementos para

formulação do relatório de gestão tecnológica daí derivado.

2.1 - Fatores de Ponderação

As matrizes do Sistema Ambitec-Agro incluem ainda fatores de ponderação, que se referem à importância do componente para formação do indicador e à escala geográfica de ocorrência da alteração do componente. Os valores dos fatores de importância variam com o número de componentes que formam um determinado indicador e somam um, constituindo, portanto, fatores de normalização definidos no teste de sensibilidade (GIRARDIN; BOCKSTALLER; VANDERWERF, 1999). Enquanto fator de normalização, essas ponderações podem assumir valores positivos ou negativos, definindo a direção do impacto para o indicador, ou seja, se um aumento do componente significa um impacto favorável (soma de fatores = +1) ou deletério (soma de fatores = -1). Os valores de importância dos componentes podem ser alterados pelo usuário do sistema para melhor refletirem qualquer situação específica na qual certos componentes devam ser enfatizados, desde que o valor total de todos os componentes seja igual à unidade (1).

O fator de ponderação de escala da ocorrência

cia explícita o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, e pode ser:

- a) **pontual:** quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao ponto de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo a alteração;
- b) **local:** quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação; e
- c) **no entorno:** quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento.

Os fatores para ponderação da escala de ocorrência são fixos (Tabela 2), não podem ser modificados pelo usuário do sistema e expressam um valor proporcionalmente maior, quando a tecnologia afeta um espaço ou um ambiente que extrapola os limites do estabelecimento.

Tabela 2 - Fator de Ponderação Multiplicativo Relativo à Escala da Ocorrência do Efeito da Tecnologia sobre o Componente de Impacto Ambiental

Escala de ocorrência	Fator de ponderação
Pontual	1
Local	2
Entorno	5

Fonte: Rodrigues; Campanhola; Kitamura (2002).

Finalmente, os indicadores são considerados em seu conjunto para composição do Índice de Impacto Ambiental (e Social) da Inovação Tecnológica Agropecuária. A composição desse índice envolve nova ponderação de importância, aplicada ao conjunto dos indicadores, cujos pesos relativos podem também ser alterados pelo usuário do sistema, desde que o total seja igual à unidade (1) (Figuras 4 e 5)¹¹.

¹¹Os fatores de ponderação da importância dos componentes e indicadores, incluídos como *default* na construção do Sistema Ambitec-Agro, correspondem a valores propostos nas etapas de formulação e validação da metodologia, sendo considerados apropriados para avaliação de inovações tecnológicas agropecuárias. A alteração desses valores em função de características específicas de uma avaliação, seja devido a condições ambientais ou de adoção

Segundo estas definições de valores dos coeficientes de alteração e dos fatores de ponderação para escala de ocorrência e importância dos componentes e indicadores, a escala padronizada do Sistema Ambitec-Agro e seus módulos variam entre -15 e +15, normalizados para todos os indicadores individualmente e para o Índice Geral de Impacto da Inovação Tecnológica. As planilhas do Sistema Ambitec-Agro, bem como as publicações contendo o manual e as aplicações do sistema podem ser obtidas na página da Embrapa Meio Ambiente¹².

Os Sistemas Ambitec-Produção Animal e Ambitec-Social foram aplicados em quatro estabelecimentos adotantes da "Integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar" na Região de Votuporanga (SP), visando verificar e qualificar as contribuições da tecnologia para o desenvolvimento sustentável da atividade. Os resultados dessa avaliação de impactos sócio-ambientais são apresentados a seguir, primeiro relacionando os resultados de um estabelecimento, explicitando o alcance individual dos impactos da inovação tecnológica, e, em seguida em uma análise comparativa entre os quatro estabelecimentos estudados, enfatizando-se a variabilidade dos impactos da "Integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar" segundo as múltiplas situações de adoção tecnológica.

3 - RESULTADOS

Com o objetivo de explicitar o alcance da avaliação sócio-ambiental da inovação tecnológica em um estabelecimento particular, exemplificando brevemente o formato de apresentação do relatório circunstanciado de gestão tecnológica ao produtor

tecnológica particulares, poderá implicar, de um lado, a melhoria da especificidade da avaliação, porém, implicará, de outro lado, perda na comparabilidade com avaliações anteriormente realizadas, utilizando os fatores de ponderação pré-indicados.

¹²<<http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>> e <http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf3.php3>.

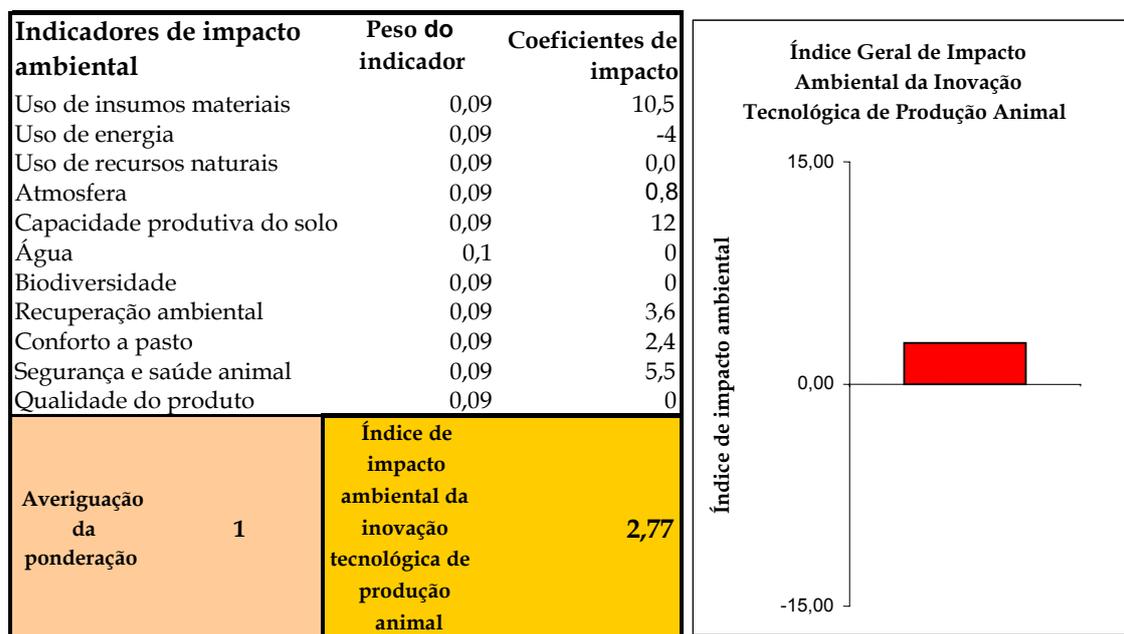


Figura 4 - Índice Geral de Impacto Ambiental, Aplicado aos Resultados da Avaliação da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar realizada na Propriedade A.
Fonte: Dados da pesquisa.

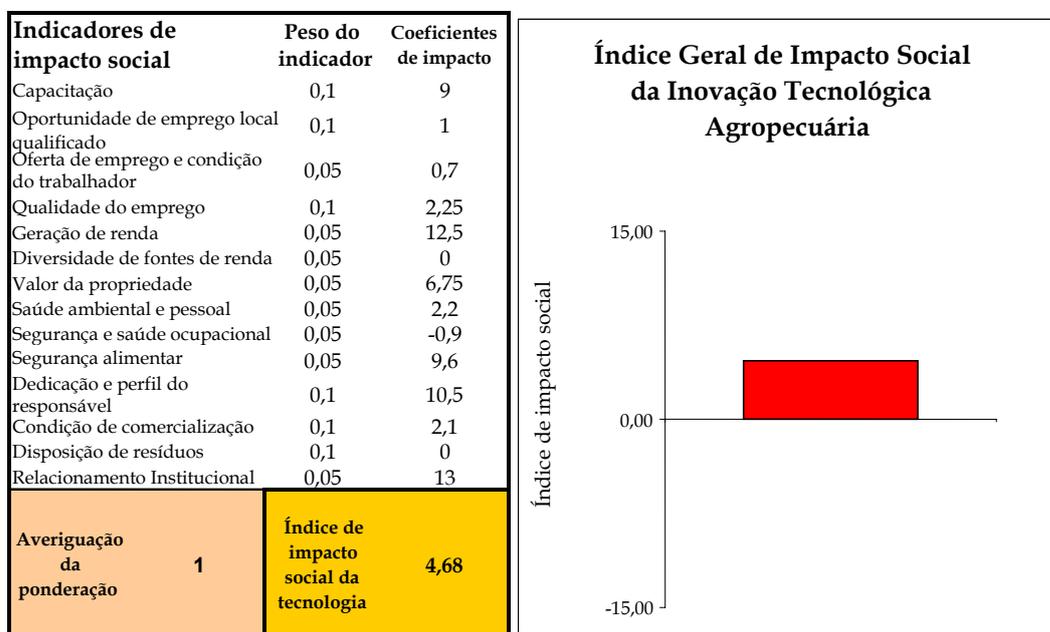


Figura 5 - Índice Geral de Impacto Social, Aplicado aos Resultados da Avaliação da Integração Tecnológica Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar realizada na Propriedade A.
Fonte: Dados da pesquisa.

participante de estudos envolvendo a metodologia Ambitec-Agro, são apresentados nesta seção os resultados de um estabelecimento típico adotante da tecnologia, aqui denominado Propriedade A.

3.1 - Avaliação do Impacto Ambiental da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Propriedade A

Após a inserção dos coeficientes de alteração referentes ao efeito da inovação tecnológica na Propriedade A, nas planilhas do Ambitec-Produção Animal, foram obtidos os índices de impacto para os vários indicadores considerados e o Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica para Produção Animal (Figura 4). Observa-se que o Índice de Impacto resultou positivo (2,77), o que indica que a inovação tecnológica como um todo apresenta contribuição positiva para a sustentabilidade da atividade produtiva no âmbito do estabelecimento estudado e qualifica-se para indicação de adoção por outros produtores dedicados à atividade leiteira.

Essa conclusão justifica-se de acordo com a norma definida para interpretação dos resultados do Sistema Ambitec-Agro, de minimização de impactos negativos, em qualquer dos indicadores. A recomendação da inovação tecnológica é condicionada à melhoria do desempenho da atividade à qual a tecnologia se aplica, referenciando-se à situação anterior à adoção (ou com e sem sua influência). Ao considerar-se que a importância de componentes e indicadores é relativa, a depender de circunstâncias particulares, em termos ambientais e sociais, a amplitude dos resultados (ou seja, o valor do índice) é de menor significado que sua direção (se positivo ou negativo)¹³.

¹³Maiores detalhes sobre o desenvolvimento metodológico, considerações conceituais e preceitos para interpretação de coeficientes de alteração de indicadores e dos índices de impacto obtidos com o Sistema Ambitec-Agro e seus módulos podem ser obtidos em Rodrigues; Campanhola; Kitamura (2002; 2003a; 2003b); Rodrigues et al. (2005) e Irias et al. (2004a; 2004b).

O indicador “uso de energia” apresentou-se como o único impacto negativo gerado pela atividade (coeficiente de impacto igual a -4), o que, com efeito, já era esperado, dada a característica da tecnologia em avaliação. Ao se adotar a Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste há uma intensificação da atividade produtiva, e consequente aumento no uso de insumos e recursos naturais, o que resulta em um custo ambiental, traduzido como impacto. Todavia, apesar da normalidade desse resultado, expressa-se oportunidade tanto para a pesquisa e desenvolvimento da tecnologia, quanto para implementação de formas de manejo que favoreçam a minimização desse impacto, como, por exemplo, promovendo a substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia, a utilização de equipamentos poupadores de energia e o emprego da gravidade nos processos de irrigação, racionalizando o consumo de eletricidade, entre outros.

Entre os demais indicadores, destacam-se positivamente a capacidade produtiva do solo (coeficiente de impacto igual a 12), o uso de insumos materiais (coeficiente de impacto igual a 10,5) e a segurança e saúde animal (coeficiente de impacto igual a 5,5). A qualidade do manejo das pastagens favoreceu a qualidade do solo, enquanto o manejo do rebanho favoreceu a saúde dos animais, a ponto de permitir economia muito importante no uso de produtos veterinários, que hoje são empregados com caráter preventivo, ao invés do uso curativo que se observava anteriormente à adoção tecnológica.

3.2 - Avaliação do Impacto Social da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Propriedade A

Após a inserção dos coeficientes de alteração referentes aos efeitos sociais da inovação tecnológica na Propriedade A nas planilhas do Ambitec-Social, obteve-se, na planilha AIS da Tecnologia, os índices de impacto para os vários indicadores considerados e o Índice de Impacto Social da Inovação

Tecnológica (Figura 5).

Na figura 5 observa-se que a Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar contribuiu de forma positiva para a sustentabilidade (índice geral igual a 4,68), nas dimensões de avaliação consideradas. Apenas o indicador segurança e saúde ocupacional apareceu como negativo (coeficiente de impacto -0,9), o que se deve principalmente ao fato de não ocorrer o correto uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), quando os trabalhadores se expõem aos fatores de risco. A atividade desenvolvida está diretamente ligada ao campo e, portanto, intrinsecamente ligada à exposição a fatores como calor/frio, umidade, vibração e ruído dos equipamentos, razão para o índice negativo. Não há como evitar o contato do trabalhador rural com essas intempéries, porém, é necessário o uso de EPIs adequados na prática das diferentes atividades, como protetores auriculares nas atividades que envolvam equipamentos que provoquem ruídos ou vibrem, e roupas e manipulações adequadas quando lidar com agentes químicos.

Observou-se que o produtor ganhou muito socialmente ao implantar a inovação tecnológica, obtendo coeficientes de impacto positivo e de grande amplitude. Esse fato provavelmente está relacionado com a já estabilização do produtor no programa, dado que sua implementação ocorreu há mais de quatro anos.

O indicador que mais se destacou positivamente foi o “relacionamento institucional”, com um coeficiente igual a 13, seguido de “geração de renda” (coeficiente de impacto igual a 12,5), “dedicação e perfil do responsável” (coeficiente de impacto igual a 10,5), “segurança alimentar” (coeficiente de impacto igual a 9,6) e “capacitação” (coeficiente de impacto igual a 9).

Ao melhorar o seu relacionamento institucional, há um aumento natural na capacitação dos produtores, devido a um maior acesso a cursos e especializações. O mesmo ocorre em relação à administração do estabelecimento, dado o fato de o produtor ter acesso a novas ferramentas admi-

nistrativas e conhecimento de novos conceitos e processos de gestão, anteriormente ignorados.

A qualidade e garantia da produção resultam na estabilidade e segurança financeiras. A primeira advinda do manejo preventivo da atividade, da preocupação em manter um ambiente salubre para os animais e do bom gerenciamento do estabelecimento rural, sendo essas medidas possíveis pelo patamar de estabilização que o produtor alcançou.

Com um tal resultado, para o caso estudado, a inovação tecnológica pode ser considerada recomendável para aplicação em campo, uma vez que atende à norma definida para a avaliação de impactos com o Sistema Ambitec-Agro, de minimizar os impactos negativos. Com a avaliação de uma série de exemplos de adoção, a depender da consistência desse resultado em outras situações, a inovação tecnológica poderá ser recomendada para uso em larga escala, devido à sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da atividade nos estabelecimentos rurais.

3.3 - Análise da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar segundo as Múltiplas Situações de Adoção Tecnológica

Uma vez definida a adequação da inovação tecnológica ao nível de um dado estabelecimento rural, resta verificar a consistência desse resultado para um conjunto de estabelecimentos com variadas situações sócio-ambientais, tempo desde a adoção e a extensão de implantação da tecnologia. Para esse fim, quatro estabelecimentos participantes do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos foram selecionados e procedeu-se a avaliações semelhantes à descrita na seção anterior para a Propriedade A. Os resultados comparativos desses estabelecimentos são apresentados a seguir, ordenando os estabelecimentos segundo o nível de implementação e o tempo desde a adoção da inovação tecnológica, denominando-os de Propriedades A, B, C e D.

3.3.1 - Ambitec-produção animal

Com relação ao indicador “alcance da tecnologia”, dois componentes são considerados na aplicação do Ambitec-produção animal: a abrangência e a influência da inovação tecnológica, que correspondem ao número total de cabeças inseridas no universo produtivo e a proporção desse universo passível de beneficiar-se com a adoção da tecnologia, respectivamente. No âmbito de consideração deste estudo, de estabelecimentos nos quais houve a aplicação da inovação tecnológica, a região de Votuporanga destaca-se como área principal de abrangência, com um efetivo de vacas leiteiras de 62.450 cabeças; e o Estado de São Paulo, com efetivo de 1.642.203 cabeças, considerado como área secundária de abrangência (AMARAL; GHOBRIEL; COELHO, 2005). Já o componente influência considera os estabelecimentos onde predomina a atividade ao nível de subsistência, com a própria mão-de-obra familiar, que correspondem a aproximadamente 18% dos estabelecimentos dedicados à atividade (ESPÍRITO SANTO, 2001).

A tabela 3 apresenta os resultados relativos aos impactos avaliados com a aplicação das matrizes de ponderação, empregando-se o módulo Ambitec-Produção Animal, nos quatro estabelecimentos selecionados na região de Votuporanga.

O resultado final de impactos ambientais da produção animal, expresso no índice ponderado de impacto ambiental da inovação tecnológica, mostrou-se positivo para todos estabelecimentos rurais, indicando a eficiência da tecnologia para os estabelecimentos familiares.

O principal destaque de impacto ambiental positivo foi a “capacidade produtiva do solo”, que mostrou elevados índices positivos de impacto para todos os estabelecimentos. Ao iniciar a implantação tecnológica, a primeira preocupação é justamente com relação à qualidade do solo, uma vez que toda produção está vinculada à produtividade da terra. Esse resultado interfere diretamente no “uso de recursos naturais”, possibilitando, nas propriedades maiores (Propriedades A e D), ao otimi-

zar o uso do solo e diminuir a demanda por área de pastagem, compensar o aumento do uso de água, obtendo um índice de impacto final igual a zero para o indicador “uso de recursos naturais”. As demais propriedades (Propriedades B e C) obtiveram índices negativos para esse indicador, devido ao pequeno tamanho das propriedades, que causa o uso de toda área disponível para pastagens, não permitindo compensação pelo aumento no consumo de água para irrigação e processo de produção.

O indicador “uso de energia” merece atenção especial, por apontar índices de impacto negativo para todas as propriedades estudadas. Como já foi mencionado no decorrer do texto, este era um resultado esperado, dada a característica da inovação tecnológica, de promover a intensificação agropecuária. Esse indicador negativo configura-se uma oportunidade de pesquisa e desenvolvimento para que, com a estabilização do programa, possa-se implementar formas de manejo que favoreçam a minimização desses impactos.

Com relação ao indicador “atmosfera”, observa-se na tabela que todas as propriedades obtiveram índices negativos, com exceção da propriedade A. Esse indicador engloba os parâmetros: emissão de gases do efeito estufa, fumaça e particulados e aumento de ruídos e odores. Considerando esses parâmetros e a característica intensiva da tecnologia, é normal que tenha ocorrido um aumento na emissão de poluentes atmosféricos. No caso da propriedade A, isso não ocorreu devido à substituição de combustíveis fósseis por energia elétrica e pela eliminação do uso de queimada nas áreas de pastagem, anteriormente manejadas de forma extensiva.

Com a inovação tecnológica percebe-se que, com o decorrer do tempo, os produtores têm a possibilidade de adotar medidas preventivas no manejo do rebanho, ao invés de medidas curativas, o que se reflete nos indicadores “uso de insumos materiais” (que inclui produtos veterinários) e “segurança e saúde animal”. Esses indicadores mostraram, respectivamente, índices negativo e

Tabela 3 - Resultados das Avaliações de Impacto Ambiental da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar em Estabelecimentos Seleccionados, Região de Votuporanga, Estado de São Paulo

Indicadores	Propriedade A	Propriedade B	Propriedade C	Propriedade D
Ambitec-ProduçãoAnimal				
Uso de insumos materiais	10,5	10,5	5,0	-4,0
Uso de energia	-4,0	-4,5	-5,37	-5,0
Uso de recursos naturais	0,0	-1,8	-1,0	0,0
Atmosfera	0,8	-0,1	-0,8	-0,9
Capacidade produtiva do solo	12,0	7,0	10,0	12
Água	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodiversidade	0,0	0,0	0,0	0,0
Recuperação ambiental	3,6	0,6	0,6	0,8
Conforto a pasto	2,4	1,0	3,0	1,0
Segurança e saúde animal	5,5	8,5	2,75	0,0
Qualidade do produto	0,0	1,05	1,0	1,05
Índice ponderado de impacto ambiental da inovação tecnológica	2,77	2,0	1,37	0,45

Fonte: Dados da pesquisa.

igual a zero apenas para a Propriedade D, cujo tempo, desde a adoção e nível de implantação tecnológica, não se mostraram suficientes para que as medidas preventivas permitissem a consequente diminuição no uso de insumos materiais e melhora na saúde dos animais.

Com relação ao indicador “recuperação ambiental”, é importante ressaltar que as Propriedades B e C obtiveram índices baixos por serem pequenas propriedades, sem disponibilidade de espaços suficientes para acomodar Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. A obtenção de índices positivos é reflexo apenas da recuperação da qualidade do solo, que melhorou em todas as propriedades por conta do manejo proporcionado pela inovação tecnológica. Já na propriedade D, apesar de abranger uma área maior, não se obteve um índice relevante, pelo pouco tempo decorrente desde a implantação da inovação tecnológica. Com relação à Propriedade A, as iniciativas de recuperação ambiental realizadas pelo produtor favoreceram o indicador “conforto no pasto”, já que a preservação do ecossistema e o aumento da área de preservação permanente influenciaram para melhorar a conservação do recurso água, para o conforto térmico do gado e

para melhor acesso a fontes de água.

3.3.2 - Ambitec-social

A tabela 4 apresenta os resultados da avaliação de impacto social realizada nos quatro estabelecimentos seleccionados, empregando-se o módulo Ambitec-Social.

Percebe-se, ao avaliar a tabela 4, que a inovação tecnológica implantada apresentou índices de impactos sociais positivos em todos os estabelecimentos rurais, inclusive naqueles com pouco tempo desde a adoção da inovação tecnológica (Propriedade D, com menos de dois anos). Essa rápida resposta favorável para os indicadores sociais permite concluir quanto à viabilidade e mérito da adoção tecnológica na dimensão social, comparativamente aos resultados obtidos para os indicadores ambientais (Tabela 3).

Para todos os estabelecimentos, nota-se que o indicador “segurança e saúde ocupacional” apresentou-se como impacto negativo. Com a implementação da tecnologia, certos tipos de exposição a fatores ambientais antes inexistentes ou pou-

Tabela 4 - Resultados das Avaliações de Impacto Social da Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar em Estabelecimentos Seleccionados, Região de Votuporanga, Estado de São Paulo

Indicadores	Propriedade A	Propriedade B	Propriedade C	Propriedade D
Ambitec-social				
Capacitação	9,0	3,0	5,5	5,25
Oportunidade de emprego local qualificado	1,0	0,3	0,0	0,3
Oferta de emprego e condição do trabalhador	0,7	0,0	0,0	0,0
Qualidade do emprego	2,25	0,87	2,87	1,12
Geração de renda	12,5	12,5	12,5	2,5
Diversidade de fontes de renda	0,0	1,25	1,25	1,25
Valor da propriedade	6,75	4,25	4,25	3,75
Saúde ambiental e pessoal	2,2	0,2	0,6	-0,4
Segurança e saúde ocupacional	-0,9	-0,6	-0,7	-0,2
Segurança alimentar	9,6	15,0	9,6	2,5
Dedicação e perfil do responsável	10,5	10,5	6,25	9,25
Condição de comercialização	2,1	2,7	1,8	1,2
Disposição de resíduos	0,0	2,0	4,0	4,0
Relacionamento institucional	13,0	10,75	11,5	12,0
Índice ponderado de impacto social da inovação tecnológica	4,68	4,11	3,99	3,18

Fonte: Dados da pesquisa.

co significativos passaram a ocorrer. Essas ocorrências eram esperadas, dada a característica intensiva da tecnologia, ou seja, de certa forma, esses efeitos negativos são uma conseqüência da realização intensiva da atividade, como aumento dos ruídos provenientes das máquinas e poluição química pontual associada ao manejo de pragas das pastagens e do rebanho.

Para a Propriedade D, além do indicador "segurança e saúde ocupacional", a "saúde ambiental e pessoal" também apresentou índice negativo. Um dos componentes considerados na construção do indicador refere-se ao acesso ao esporte e lazer, que, no caso, devido à fase ainda inicial de implantação do projeto, diminuiu. Nota-se, por outro lado, que o produtor com maior tempo de implementação da atividade possui o melhor índice nesse indicador (Propriedade A = 2,2).

O tempo desde a adoção da nova tecnologia influenciou principalmente os indicadores relativos à "geração de renda" e "segurança alimentar". Apesar de esses indicadores apresentarem índices positivos em todos os estabelecimentos, uma grande diferença de amplitude foi observada entre a Propriedade D e as demais Propriedades. Rela-

cionado a esse fato, deve-se ressaltar que, a esse valor, também está vinculada a capacidade de investimento do produtor. O produtor com pequena capacidade de investimento estará sujeito a uma certa inércia na obtenção de resultados, devido a dificuldades iniciais de adaptação tecnológica.

Alguns indicadores apresentam impactos positivos significativos e imediatos, como se pode observar em "dedicação e perfil do responsável" e "relacionamento institucional". O primeiro passo para implementação da inovação tecnológica é estabelecer uma rede de relacionamento institucional. Esses relacionamentos viabilizam a base para a inovação tecnológica, através de acesso a cursos e especializações, conhecimentos e ferramentas de gestão e de administração compatíveis com a atividade, entre outros.

Em relação aos indicadores de impacto que tendem a permanecer inalterados, é interessante ressaltar o indicador "oferta de emprego e condições do trabalhador". Os índices obtidos para esse indicador, apesar de apresentarem-se como inalterados para a maioria das Propriedades, apresenta um pequeno impacto positivo na Propriedade A, conseqüência do maior tempo de implantação da

inovação tecnológica, que permitiu recrutamento de trabalhadores, resultado do aumento já alcançado na produção.

4 - CONCLUSÕES

A Integração Tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para Produção Leiteira na Agricultura Familiar resultou em índices positivos de impacto sócio-ambiental em todos os estabelecimentos estudados, indicando que a inovação tecnológica apresenta mérito para transferência e adoção. Cuidados especiais e renovados esforços de pesquisa e desenvolvimento devem ser dedicados às questões relativas ao uso de insumos, energia e recursos naturais, bem como à segurança dos trabalhadores, com seu treinamento específico para uso de EPIs na execução das tarefas de campo e exposição a agentes químicos.

LITERATURA CITADA

- ABDALLA, A. L. et al. Constraints do milk production in grazing dairy cows in Brazil and management strategies for improving their productivity. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 38, p. 217-230, 1999.
- AMARAL, A. M. P.; GHOBRIL, C. N.; COELHO, P. J. Estimativa da produção animal no estado de São Paulo para 2004. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 57-70, maio 2005.
- CAMARGO, A. C. de. A viabilidade da pequena propriedade leiteira e a inviabilidade do pequeno produtor de leite. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA - PROFISSIONALISMO E TECNOLOGIA, 3., 1999, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE: FAEC/SENAR, 1999. p. 52-76.
- _____. et al. **Produção de leite a pasto**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. Disponível em: <[http://www.cnpse.embrapa.br](mailto:sac@cnpse.embrapa.br)>.
- CAMPOS, A. T. de. et al. Zoneamento da pecuária leiteira da região sudeste. In: EMBRAPA GADO DE LEITE. Disponível em: <<http://www.cnpagl.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- EMBRAPA GADO DE LEITE. **Estatística do leite**. Disponível em: <<http://www.cnpagl.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- ESPÍRITO SANTO, B. R. do. **Os caminhos da agricultura brasileira**. São Paulo: Evoluir, 2001. 329 p.
- GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 13, n. 4, p. 5-21, 1999.
- 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, t. 1, p. 23-40, 2004b.
- _____. et al. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBI-TEC)**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2004a. 8 p. (Circular Técnica, 5).
- PAULINO, R. S. et al. Impactos ambientais na agricultura: um método de avaliação de programas tecnológicos. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 10., 2003, México. CD-ROM.
- PIRES, M. de F. A. et al. **Horas de estresse para gado de leite na região sudeste**. In: EMBRAPA GADO DE LEITE. Disponível em: <<http://www.cnpagl.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução à metodologia**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 1988. 66 p. (Documentos, 14).
- _____.; 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, 2003.
- _____.; _____.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003a. 93 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).
- _____.; _____.; _____. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **CADERNOS DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.
- _____.; _____.; _____. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, p. 219-244, 2003b.
- _____. et al. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II: avaliação da formulação de projetos - versão 1**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Boletim de Pesquisa, 10).
- _____. et al. **Avaliação de impacto ambiental de atividades em estabelecimentos familiares do novo rural**.

Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 44 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).

RODRIGUES, G. S. et al. **Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec-Social)**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 31 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Estudo de impacto ambiental - EIA, Relatório de impacto**

ambiental - RIMA: manual de orientação. São Paulo: Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1992. 39 p.

SPEXOTO, A. A.; OLIVEIRA, C. A. F.; OLIVAL, A. de A. Aplicação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle em propriedade leiteira tipo A. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1424-1430, 2005.

TUPY, O. et al. Avaliação do impacto econômico de tecnologias de produção de leite na agricultura familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora, MG. **Anais...**

Recebido em 04/01/2006. Liberado para publicação em 02/05/2006.