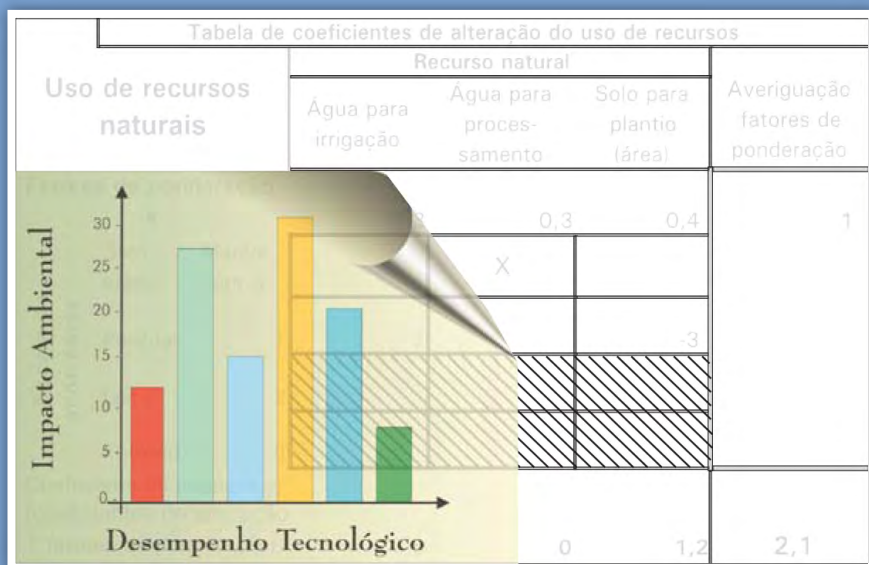


Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 99

Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa

Geraldo Stachetti Rodrigues

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna, SP
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69, CEP: 13820-000, Jaguariúna, SP
Fone: + 55 (19) 3311-2700
Fax: + 55 (19) 3311-2640
<https://www.embrapa.br/meio-ambiente/>
SAC: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Ladislau Araújo Skorupa*
Secretária-Executiva: *Vera Lúcia S. S. de Castro*
Secretário: *José de Arimatéia Araújo Sousa*
Bibliotecário: *Victor Paulo Marques Simão*
Membros: *Marcelo Augusto Boechat Morandi, Elisabeth Francisconi Fay, Nilce Chaves Gattaz, Joel Leandro de Queiroga, Magda Aparecida de Lima, Maria Lúcia Zuccari e Rita Carla Boeira*

Editoração eletrônica: *Gabriel Pupo Nogueira*

1ª edição

Edição online (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio Ambiente

Rodrigues, Geraldo Stachetti

Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa / Geraldo Stachetti Rodrigues. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015.

41 p. -- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99).

1. Tecnologia agropecuária. 2. Impacto ambiental. 3. Impacto social. 4. Avaliação de impacto. I. Título. II. Série.

CDD 333.714

Autores

Geraldo Stachetti Rodrigues

Ecólogo, Ph.D. Ecologia e Biologia Evolutiva,
Pós-doutorado Políticas Ambientais,
Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP 340 - Km 127,5
Cep 13820-000, Jaguariúna, SP.
E-mail: geraldo.stacheti@embrapa.br

Sumário

1. Introdução	13
2. Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias – Ambitec-Agro	17
2.1. Ambitec-Agro: matrizes de ponderação dos critérios e indicadores	18
2.2. Módulos e procedimentos do sistema Ambitec-Agro	20
3. Aplicações e contribuições do sistema Ambitec-Agro para gestão tecnológica.....	24
4. Para além da avaliação de tecnologias - inovações metodológicas para avaliação de impactos e gestão ambiental agropecuária.....	28
Recomendações	32
6. Conclusão	33
7. Referências.....	34

Avaliação de impactos socio-ambientais de tecnologias na Embrapa¹

Geraldo Stachetti Rodrigues

Resumo

Entre os processos do Sistema Embrapa de Gestão, explicitados anualmente no Balanço Social institucional, uma plataforma metodológica de referência é indicada para que as Unidades de Pesquisa analisem o desempenho e relatem os impactos econômicos, ambientais e sociais de inovações tecnológicas selecionadas, com base em levantamentos de dados em campo junto aos produtores rurais adotantes e outros usuários dessas tecnologias. Compõe-se, assim, uma relevante base de dados para análise crítica dos resultados da pesquisa, para a gestão dos processos de transferência e para a definição de demandas complementares de desenvolvimento tecnológico. O presente texto revisa o papel dessa plataforma de avaliação de impactos, o aprendizado institucional sobre o tema, e propõe recomendações para sua evolução e aprimoramento.

Palavras-Chave: inovação tecnológica, agricultura, pesquisa e desenvolvimento, aprendizado institucional

(1) Texto formulado com base na apresentação realizada no "Workshop sobre Avaliação de Ciclo de Vida e Avaliação de Impactos de Tecnologias da Embrapa Hortaliças", aos 06 de julho de 2011.

Socio-environmental impact assessment of technologies at Embrapa

Abstract

As a component of Embrapa's Management System, annually made public in the institutional 'Social Report', a methodological platform has been recommended for the research units, to analyze the performance and report the economic, environmental and social impacts of selected innovations, based on actual field surveys with technology-adopting farmers and other stakeholders. A relevant database has been so constructed, enabling the critical analysis of research results, the management of the technology transfer processes, and the definition of needed complementary developments. This paper reviews the role of this impact assessment platform, the institutional learning process on the subject, and proposes recommendations for its development and improvement.

Key-words: technological innovation, agriculture, research and development, institutional learning

Evaluación de impactos ambientales y sociales de tecnologías en Embrapa

Resumen

Entre los procesos que figuran en el Sistema Embrapa de Gestión, según se especifica anualmente en el Balance Social Institucional, una plataforma de referencia metodológica es indicada, para que las unidades descentralizadas analicen el desempeño e reporten sobre los impactos económicos, ambientales y sociales de innovaciones seleccionadas, según datos obtenidos en campo, junto a los agricultores adoptantes y otros usuarios de estas tecnologías. Una relevante base de datos es así organizada, para el análisis crítico de los resultados de la investigación agropecuaria, para la gestión de los procesos de transferencia, y para la definición de demandas adicionales de desarrollo tecnológico. Este artículo revisa el rol de esta plataforma de evaluación de impactos, el aprendizaje institucional sobre el tema, y propone recomendaciones para su desarrollo y mejora.

Palabras-clave: innovación tecnológica, agricultura, investigación y desarrollo, aprendizaje institucional

1. Introdução

A organização de sistemas de inovação tem sido o principal objetivo das modernas políticas institucionais do setor de ciência e tecnologia, seja com foco imediato na ampliação de espaços no mercado, seja para atendimento de demandas sociais e ambientais. Para instruir essas políticas e promover sua eficácia, instituições de pesquisa têm priorizado ações de planejamento estratégico, visando aprimorar sua alocação de recursos, sua gestão de capacidades, e a transferência de seus resultados. A apreciação de tecnologias ('technology appraisal') e a avaliação de impactos compõem o ferramental metodológico dessas iniciativas de planejamento estratégico, necessárias para a consolidação de sistemas de inovação, e orientadas à sondagem de demandas tecnológicas, à definição de prioridades de pesquisa, à orientação da formulação de projetos e à gestão das atividades produtivas às quais as inovações se aplicam (BIN et al., 2003).

Atenta a essas tendências, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em concertação com os Institutos Nacionais de Investigação Agrícola (INIAs) do Cone Sul e outros parceiros, tem se dedicado ao desenvolvimento e aplicação sistemática de procedimentos de avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias. Essas ações são demonstradas pela realização de eventos científicos (INTERNATIONAL WORKSHOP..., 2008 ; PUIGNAU, 1998) e por pesquisas cooperativas realizadas sobre o tema (BONACELLI et al., 2003; RODRIGUES et al., 1998), que compreendem a formulação de sistemas de avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos (AVILA et al., 2008), cujo objetivo é promover a missão institucional de "viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira" (EMBRAPA, 2008).

Assim, visando promover a gestão dos projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico no âmbito institucional, bem como motivar produtores rurais a promoverem a conversão tecnológica e a adoção

de práticas sustentáveis de manejo, um procedimento integrado de avaliação de impactos se faz necessário (RODRIGUES; RODRIGUES, 2007). Entre as alternativas para a avaliação de impactos, a utilização de indicadores de desempenho socioambiental (ou de sustentabilidade) tem sido um dos métodos preferidos (GIRARDIN et al., 1999; HEINK; KOWARIK, 2010). Idealmente, esses indicadores são organizados em sistemas de avaliação de impactos, que podem alcançar níveis diversos de complexidade e diferentes objetivos de gestão ambiental (RODRIGUES, 1998).

O desafio maior quando se endereça a avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias é a construção de uma plataforma suficientemente flexível, adaptável à grande diversidade de tecnologias, aplicável às mais diferentes atividades rurais, em situações ambientais e socioeconômicas as mais díspares, em suas múltiplas possíveis combinações. Adicionalmente, para orientar as avaliações de impactos segundo contextos produtivos e socioambientais os mais diversos, ênfase tem sido depositada na ativa participação dos usuários das tecnologias, assim facilitando o resgate e a documentação do conhecimento prático de produtores adotantes e outros interessados nas inovações.

Uma solução proposta para esse desafio é o ‘sistema de avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias’ (Ambitec-Agro) para o contexto institucional de pesquisa e desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2002b, 2003a). Esse sistema foi instaurado como plataforma de avaliação de impactos utilizada anualmente pelas Unidades da Embrapa, para avaliar as contribuições tecnológicas oferecidas desde seus programas de PD&I (AVILA et al., 2005), além de ser aplicado para apoiar a análise da formulação de projetos (RODRIGUES et al., 2000) e a avaliação de impactos de inovações agropecuárias (ALMEIDA et al., 2007; CARVALHO et al., 2007; DUARTE et al., 2007; LANNA et al., 2004; MORI et al., 2007; RODIGHIERI et al., 2006; RODRIGUES et al., 2006b; SÁ et al., 2008; SILVA et al., 2008; TOSTO et al., 2006a; VINHOLIS et al., 2006a). Ademais, os resultados das avaliações

de impactos obtidos no âmbito institucional têm fundamentado a composição do Balanço Social da Embrapa, publicado anualmente desde 2005².

Seguindo-se à implantação dessa plataforma de avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias, numerosos avanços metodológicos e abordagens alternativas têm sido propostos no âmbito institucional. Por exemplo, uma importante ampliação de escopo do sistema Ambitec-Agro foi recentemente proposta, para incluir o conceito de 'ciclo de vida' nas avaliações de impactos de inovações tecnológicas agroindustriais (FIGUEIRÊDO et al., 2007, 2008), bem como para levar em consideração a vulnerabilidade dos ambientes nos quais as inovações são adotadas (FIGUEIRÊDO et al., 2010a, 2010b). Existem também inovações metodológicas voltadas a tipos específicos de inovações, como as biotecnologias e as nanotecnologias (JESUS et al., 2006; JESUS-HITZSCHKY, 2007), ou aquelas que vão além da avaliação de impactos, para abordar a análise de sustentabilidade de sistemas de produção agropecuária (FERREIRA, 2007; 2008); a contabilidade ambiental em múltiplas escalas, com base em síntese emergética (BARROS et al., 2009; RODRIGUES et al., 2002a); a gestão ambiental integrada de atividades rurais (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES et al., 2006a; RODRIGUES et al., 2010b); a valoração e certificação de serviços ambientais (MEDEIROS et al., 2007); e a organização de termos de referência de sustentabilidade, para setores produtivos inovadores (RODRIGUES et al., 2008).

Essas iniciativas são um atestado do interesse suscitado pela plataforma de avaliação de impactos para o desenvolvimento dessa temática como estratégia de gestão tecnológica institucional. Reafirmando essa estratégia, o presente texto traz: (i) breve descrição da plataforma de avaliação de impactos socioambientais implementada na Embrapa; apresentando (ii) aplicabilidade desses estudos para a gestão da pesquisa e inovação tecnológica; (iii) análise dos índices de desempenho tecnológico obtidos nessa plataforma; (iv) breve revisão dos avanços metodológicos e abordagens alternativas derivadas

(2) Disponíveis em <http://bs.sede.embrapa.br/>

da prática institucional de promover avaliações; e (v) um conjunto de recomendações para fortalecimento dessa rede de avaliação de impactos.

2. Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias – Ambitec-Agro³

O objetivo do sistema de indicadores Ambitec-Agro é prover uma abordagem simples e prática, expedita e de baixo custo, aplicável à avaliação multicritério de impactos socioambientais, para a ampla variedade de inovações tecnológicas e atividades rurais focadas nos projetos de P&D da Embrapa e seus parceiros do sistema brasileiro de pesquisa agropecuária. A estrutura hierárquica do método consta de uma série de *Princípios* de adequação tecnológica (e de atividades rurais), compostos por *Critérios* de desempenho social e ambiental, construídos com *Indicadores* selecionados e testados em experiências prévias de avaliação ambiental e ensaios de campo (IRIAS et al., 2004a; MAGALHÃES et al., 2006).

Os indicadores são valorados em vistorias de campo nos estabelecimentos rurais nos quais as inovações tecnológicas são adotadas, em diálogo e entrevista com os produtores responsáveis, para obtenção de *coeficientes de alteração* dos indicadores, segundo observação dos efeitos resultantes da adoção tecnológica e conforme os contextos específicos dos estudos de caso. Os *coeficientes de alteração* são combinados por método multicritério com fatores de ponderação relativos à relevância dos indicadores em relação aos impactos socioambientais, e sua *escala de ocorrência* (RODRIGUES et al., 2003b). Finalmente, índices de impacto são calculados para cada indicador e critério, sendo então agregados como desempenho socioambiental da inovação tecnológica.

(3) Os arquivos contendo o sistema Ambitec-Agro (e seus módulos) estão disponíveis na página da Embrapa Meio Ambiente, em <http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>

2.1. Ambitec-Agro: matrizes de ponderação dos critérios e indicadores

O sistema Ambitec-Agro consiste de um conjunto integrado de matrizes de ponderação, para indicadores propriamente combinados em módulos de avaliação, conforme setor produtivo rural (agricultura, produção animal, agroindústria – IRIAS et al., 2004b) e dimensão de avaliação (ambiental e social – RODRIGUES et al., 2005a). Coeficientes de alteração são verificados em vistorias de campo/levantamento de dados com produtores, relativos a variáveis quantitativas de área, quantidades ou proporções, e então padronizados em escala de -3 (grande decréscimo no indicador) a +3 (grande acréscimo no indicador), refletindo os efeitos da tecnologia ou atividade rural estudada, contingente a cada estudo de caso em particular.

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Qualidade da Água		Variável de qualidade da água				Averiguação fatores de ponderação	
		Demanda Bioquímica de Oxigênio	Turbidez	Espuma / Óleo / Materiais flutuantes	Sedimento / Assoreamento		
Fatores de ponderação k		-0,5	-0,25	-0,25		-1	
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual		1				
	Local		2	-1	-3		
	Entorno		5				-3
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		1	1,5	3,75	0	6,25	

Figura 1. Matriz de ponderação típica do sistema Ambitec-Agro.

Os indicadores são, então, ponderados segundo sua relevância na composição do critério, definida de acordo com o contexto observado em campo, e sua *escala espacial de ocorrência*, também segundo este contexto. Quando os coeficientes de alteração obtidos no levantamento de campo são inseridos nas matrizes de ponderação, índices de impacto são calculados para cada indicador e combinados para compor o índice de impacto do critério (escala final ± 15 , Figura 1). Ao inserir os coeficientes de alteração em todas as matrizes de ponderação,

um *Índice de Impacto da Inovação Tecnológica* (ou atividade rural) é calculado para as condições específicas do estudo de caso (Figura 2).

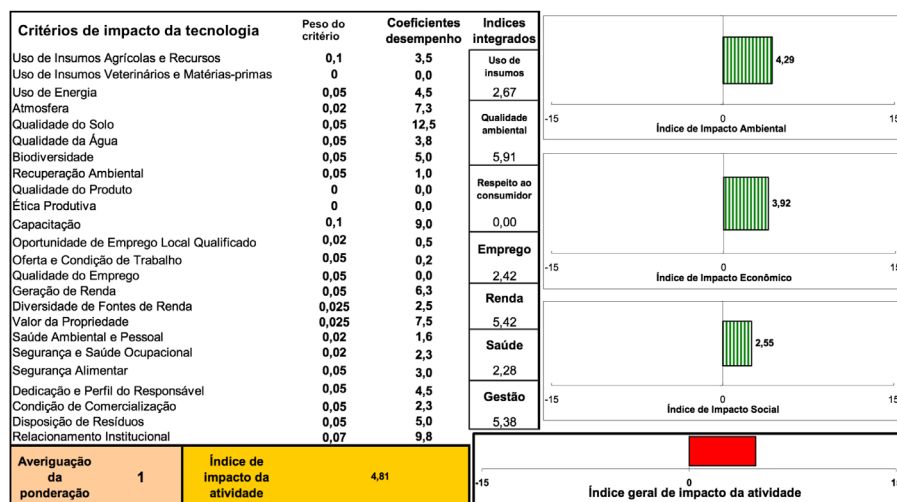


Figura 2. Exemplo de apresentação final dos índices de avaliação de impactos do sistema Ambitec-Agro. Para verificação da matriz de dados do sistema, acessar <http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>.

Nesse exemplo, relativo ao critério ‘qualidade da água’, representa-se observação de campo na qual tenha ocorrido moderada redução da DBO e grande redução da turbidez, ambas na escala local (do estabelecimento rural); grande redução na presença de espumas/ óleos/materiais flutuantes até a escala do entorno e sem-efeito no assoreamento (note que o fator de ponderação é zerado, sendo nesse caso transferido para DBO). Para detalhes, ver Rodrigues et al. (2003a, 2003b).

2.2. Módulos e procedimentos do sistema Ambitec-Agro

Quatro módulos específicos são disponíveis para o sistema Ambitec-Agro, designados para aplicação focada nos setores produtivos da agricultura, da produção animal e da agroindústria (IRIAS et al., 2004b), bem como para avaliação de impacto social (RODRIGUES et al., 2005a). Quando integrados, esses módulos incluem um total de 24 critérios e 125 indicadores (Tabela 1, MONTEIRO; RODRIGUES, 2006).

Estudos de caso de avaliação de impactos com o método se desenvolvem em três etapas, quais sejam: 1. definição da magnitude de aplicação tecnológica, delimitação geográfica da adoção e dos usuários, para seleção e contextualização da amostra; 2. vistoria de campo/ levantamento de dados junto ao produtor adotante da tecnologia, análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; e 3. avaliação dos índices de desempenho obtidos, interpretação e formulação de relatório individual ao produtor, com proposição de práticas alternativas de manejo e adoção tecnológica, visando minimizar impactos negativos e promover impactos positivos.

Princípio Desempenho Ecológico		Princípio Desempenho Socioambiental				
Critérios e Indicadores: Uso de Insumos e Recursos	Critérios e Indicadores: Qualidade Ambiental	Critérios e Indicadores: Respeito ao Consumidor	Critérios e Indicadores: Emprego	Critérios e Indicadores: Renda	Critérios e Indicadores: Saúde	Critérios e Indicadores: Gestão & Administração
1. Uso de insumos agrícolas e recursos Uso de agroquímicos - Pesticidas - Fertilizantes - Corretivos 1.2. Uso de recursos naturais - Água incorporada - Água para processo - Solo (área)	4. Atmosfera - Gases de efeito estufa - Material particulado / Fumaça - Odores - Ruídos	9. Qualidade do produto - Redução de resíduos químicos - Redução de contaminantes biológicos - Disponibilidade de fontes de insumos - Idoneidade das fontes de insumos	11. Capacitação 11.1. Tipo de capacitação - Local de curta duração - Especialização de curta duração - Oficial regular 11.2. Nível de capacitação - Básico - Técnico - Superior	15. Geração de renda - Segurança - Estabilidade - Distribuição - Montante	18. Saúde pessoal e ambiental - Focos de vetores de doenças endêmicas - Emissão de poluentes atmosféricos - Emissão de poluentes hídricos - Geração de contaminantes do solo - Dificuldade de acesso a esporte e lazer	21. Dedicção e perfil do responsável - Capacitação dirigida à atividade - Horas de permanência no estabelecimento - Engajamento familiar - Uso de sistema contábil - Modelo formal de planejamento - Sistema de certificação / Rotulagem
2. Uso de insumos veterinários e Matérias-Primas 2.1. Uso de insumos - Produtos veterinários - Forragem - Rações e suplementos	5. Qualidade do solo - Erosão - Perda de matéria orgânica - Lixiviação de nutrientes - Compactação	10. Ética produtiva 10.1. Bem-estar e saúde animal - Conforto térmico animal - Acesso a água e suplementos - Segurança e assepsia - Lotação das áreas de manejo - Conduta ética de abate ou descarte	12. Oportunidade de emprego local qualificado 12.1. Origem do trabalhador - Propriedade - Local - Município - Região	16. Diversidade de fontes de renda - Agropecuária no estabelecimento - Não agropecuária no estabelecimento - Trabalho fora do estabelecimento - Ramificação empresarial - Aplicações financeiras	19. Segurança e saúde ocupacional - Periculosidade - Ruídos - Vibração - Calor / Frio - Umidade - Agentes químicos - Agentes biológicos	22. Comercialização - Venda direta / antecipada / cooperada - Processamento local - Armazenamento local - Transporte próprio - Propaganda / Marca própria - Encadeamento com produtos / atividades / serviços anteriores - Cooperação com outros produtores locais

Tabela 1. Princípios, Critérios e Indicadores incluídos nos módulos do Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). Fonte: Monteiro; Rodrigues (2006).

Princípio Desempenho Ecológico		Princípio Desempenho Socioambiental				
Critérios e Indicadores: Uso de Insumos e Recursos	Critérios e Indicadores: Qualidade Ambiental	Critérios e Indicadores: Respeito ao Consumidor	Critérios e Indicadores: Emprego	Critérios e Indicadores: Renda	Critérios e Indicadores: Saúde	Critérios e Indicadores: Gestão & Administração
2.2. Uso de matérias-primas - Matérias-primas básicas - Matérias-primas para processo - Aditivos agroindustriais	6. Qualidade da água - Demanda bioquímica de oxigênio - Turbidez - Materiais flutuantes / óleos / espumas - Assoreamento / sedimentação		12.2. Qualificação para a atividade - Braçal - Braçal especializado - Técnico médio - Superior	17. Valor da propriedade - Investimento em benfeitorias - Conservação dos recursos naturais - Preços de produtos / serviços - Conformidade com a legislação - Infraestrutura / Política tributária, etc.	20. Segurança alimentar - Garantia da produção - Quantidade de alimento - Qualidade nutricional do alimento	23. Disposição de resíduos 23.1. Tratamento de resíduos domésticos - Coleta seletiva - Compostagem / Reaproveitamento - Disposição sanitária 23.2. Tratamento de resíduos da produção - Reaproveitamento - Disposição ou tratamento final
3. Uso de energia - Combustíveis fósseis - Biocombustíveis - Biomassa - Eletricidade	7. Biodiversidade - Perda de vegetação natural - Perda de corredores de fauna - Perda de espécies / variedades	10.2. Capital social - Captação de demandas da comunidade - Projetos de extensão	13. Oferta e condição de trabalho - Temporário - Permanente - Parceiro / Meeiro - Familiar			24. Relacionamento institucional 24.1. Alcance institucional - Utilização de assistência técnica - Associativismo / Cooperativismo - Filiação tecnológica nominal - Utilização de assessoria legal / Vistoria 24.2. Capacitação contínua - Gerente - Empregados especializados

Tabela 1. Princípios, Critérios e Indicadores incluídos nos módulos do Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). Fonte: Monteiro; Rodrigues (2006).

Princípio Desempenho Ecológico		Princípio Desempenho Socioambiental				
Critérios e Indicadores: Uso de Insumos e Recursos	Critérios e Indicadores: Qualidade Ambiental	Critérios e Indicadores: Respeito ao Consumidor	Critérios e Indicadores: Emprego	Critérios e Indicadores: Renda	Critérios e Indicadores: Saúde	Critérios e Indicadores: Gestão & Administração
	8. Recuperação ambiental - Solos degradados - Ecossistemas degradados - Reserva Legal - Área de Preservação Permanente		14. Qualidade do emprego 14.1. Legislação trabalhista - Prevenção do trabalho infantil - Jornada de trabalho < 44 hs - Registro - Contribuição previdenciária			
			14.2. Benefícios - Auxílio moradia - Auxílio alimentação - Auxílio transporte - Auxílio saúde			

Tabela 1. Princípios, Critérios e Indicadores incluídos nos módulos do Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). Fonte: Monteiro; Rodrigues (2006).

3. Aplicações e contribuições do sistema Ambitec-Agro para gestão tecnológica

O sistema Ambitec-Agro tem sido empregado no contexto institucional do 'Sistema Embrapa de Gestão' (SEG) para realizar as avaliações de impactos socioambientais de inovações tecnológicas disponíveis anualmente no âmbito do Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária. Após integração com as avaliações de impactos econômicos e estimativas de taxas internas de retorno, para o conjunto de inovações selecionadas para estudo nas 40+ Unidades de Pesquisa, os relatórios de avaliação de impactos compõem as bases para elaboração do Balanço Social da Embrapa⁴. Esses documentos, por sua vez, constituem uma prestação de contas à sociedade quanto aos investimentos governamentais na pesquisa agropecuária, bem como provêem um instrumento para os pesquisadores planejarem novas iniciativas e analisarem a relevância de suas contribuições científicas e tecnológicas.

A prática de realizar avaliações de impactos de inovações tecnológicas no conjunto de Unidades da Embrapa, como parte da plataforma institucional do Sistema de Avaliação de Unidades (SAU), tem gerado uma valiosa base de dados, não apenas como documentos internos e relatórios parciais de projetos, mas também como publicações especializadas (p.ex., BARRETO et al., 2010; CANTO et al., 2007; CARVALHO et al., 2006; FERREIRA et al., 2005; GALHARTE, 2007; GALHARTE; CRESTANA, 2010; HOLANDA FILHO, 2007; JACOMETI et al., 2008; MIELE et al., 2008; SABBAG, 2008; TOSTO et al., 2006b; TUPY et al., 2006a, 2006b, 2006c, 2006d; TUPY; PRIMAVESI, 2006; VINHOLIS et al., 2006a, 2006b, 2006c; entre muitos outros). Com efeito, conforme se inclui nos Balanços Sociais disponíveis (2005-2009), 123 inovações selecionadas pelas Unidades de Pesquisa da Embrapa foram estudadas, correspondendo a 180

(4) Os Balanços Sociais anuais estão disponíveis em: <http://bs.sede.embrapa.br/index.html>. (EMBRAPA, 2014).

avaliações pareadas ambientais e sociais⁵. Os índices agregados de impactos ambientais e sociais e sua distribuição de frequências, segundo uma proposta tipologia de níveis de integração, podem ser visualizados na Figura 3 (conforme RODRIGUES et al., 2010a).

Várias ocorrências de índices de impactos ambientais negativos são observadas no conjunto de dados (Figura 3), seja em relação a tecnologias de intensificação agropecuária (aumento no uso de insumos e recursos), seja devido a expansão de áreas cultivadas sobre novos espaços, resultando em ocupação de habitats naturais. Tecnologias de melhoramento genético (tanto vegetal quanto animal) têm sido associadas tanto a aumento da demanda de insumos quanto a extensão em área, resultando, portanto, em potenciais impactos ambientais negativos (37,5%). Tecnologias agroindustriais/pós-colheita têm sido frequentemente associadas a incrementos na demanda por energia e insumos, que também tendem a impor impactos ambientais negativos (33,3%), seja pela dependência de insumos e recursos, seja pela emissão de resíduos.

Tecnologias de adequação do uso de insumos resultaram em um nível intermediário de ocorrência de impactos parciais negativos (30,8%), devido ainda à intensificação da demanda por insumos, enquanto tecnologias de manejo integrado de recursos naturais apresentaram menor frequência de índices negativos (20%), principalmente por prover condições de ocupação de áreas marginais, potencialmente frágeis. Dado seu caráter adaptativo, tipicamente de melhoria incremental, tecnologias caracterizadas como de melhores práticas de produção resultaram em raros casos de impactos ambientais negativos (7,1%).

(4) As listas completas de inovações tecnológicas e seus respectivos índices de impacto, apresentados na análise que segue, podem ser obtidos nos Balanços Sociais anuais.

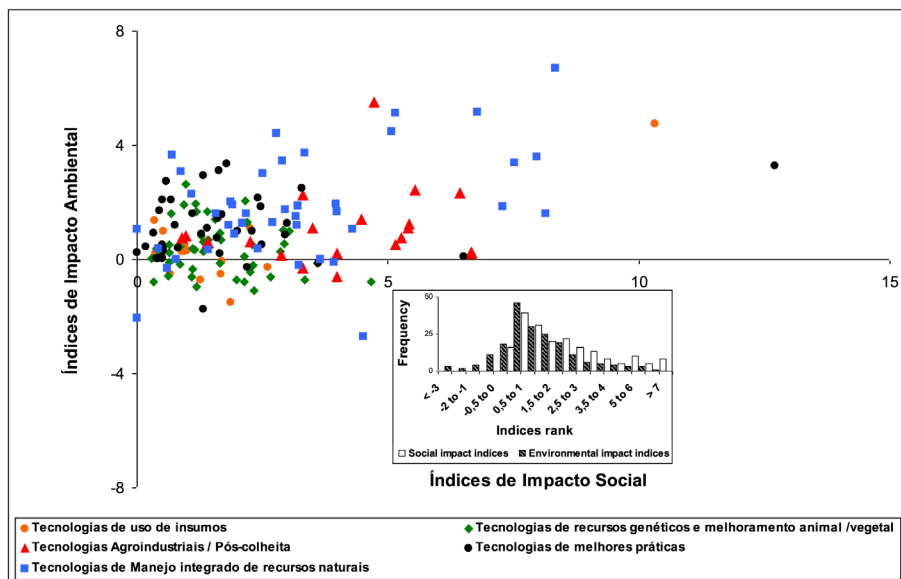


Figura 3. Distribuição dos índices de impactos ambientais e sociais obtidos em 180 avaliações, relativas a 123 inovações tecnológicas (algumas das avaliações replicadas no tempo) classificadas em cinco diferentes níveis de integração, e distribuição de frequências (inserção), obtidos com o sistema Ambitec-Agro. Resultados das avaliações de impactos realizadas pelas unidades descentralizadas da Embrapa (2005-2008, RODRIGUES et al., 2010a).

Em contraste com a situação de ocorrência de impactos ambientais negativos, índices de impacto social obtidos nos levantamentos de campo foram invariavelmente positivos (Figura 3), permitindo inferir a partir do conjunto relativamente grande de dados que, em geral, inovações tecnológicas trazidas pelos centros de pesquisa contribuem favoravelmente para a sustentabilidade agrícola e para o desenvolvimento rural do país. Esta prevalência de índices de impacto social positivos tem se mostrado especialmente verdadeira para aquelas inovações classificadas como tecnologias agroindustriais/pós-colheita, bem como para tecnologias de manejo integrado, que apresentaram

desempenhos significativamente superiores que os outros três tipos (para detalhes, ver RODRIGUES et al., 2010a).

Esse tipo de análise e interpretação de resultados, focando os índices agregados de impacto e suas tendências (se efeitos positivos ou negativos), representa uma primeira etapa de priorização das iniciativas de pesquisa tecnológica e das estratégias de transferência. Estas devem se fiar na norma enunciada para o próprio sistema de avaliação, que define que “a recomendação da tecnologia está condicionada à melhoria de desempenho ambiental e social da atividade à qual a inovação é aplicada, segundo análise com indicadores apropriados” (RODRIGUES et al., 2003a). Esta norma não significa que índices de impacto negativos imporão descontinuidade do desenvolvimento tecnológico, mas quais seriam os principais tópicos para avanço das ações de investigação, visando à sua adequação.

4. Para além da avaliação de tecnologias – inovações metodológicas para avaliação de impactos e gestão ambiental agropecuária

Vários desenvolvimentos metodológicos inovadores têm sido propostos a partir da instituição da prática de avaliação de impactos na Embrapa, objetivando, por exemplo, estender o escopo das avaliações de impacto da plataforma Embrapa, pela ‘avaliação do ciclo de vida’ (ACV - FIGUEIRÊDO et al., 2007) e da vulnerabilidade dos ambientes onde ocorre a adoção das inovações (FIGUEIRÊDO et al., 2008). O proposto modelo *Ambitec-Ciclo_de_Vida* inclui quatro fases para avaliação do desempenho ambiental de inovações tecnológicas agroindustriais: produção de matérias-primas, produção da inovação, utilização da inovação e disposição final dos resíduos. Todas essas fases são consideradas conforme as condições de ‘exposição, sensibilidade e capacidade de resposta’, observadas na escala das bacias hidrográficas nas quais se realiza a adoção tecnológica. Esta abordagem proposta provê aos pesquisadores e aos tomadores de decisão uma visão ampliada do desempenho ambiental das inovações e das necessidades de melhorias visando beneficiar todo o ciclo de vida da adoção tecnológica (FIGUEIRÊDO 2010a;b).

Outra extensão da aplicabilidade do método Ambitec-Agro foi direcionada à avaliação de serviços ambientais, em uma proposta de apoio ao programa governamental para a Amazônia ‘Proambiente’. Um módulo denominado Eco-cert.Proambiente foi organizado segundo os princípios, critérios e indicadores de serviços ambientais formulados pelos produtores rurais e demais atores sociais envolvidos no Programa, visando promover a certificação das unidades produtivas familiares assistidas. Esse módulo de critérios e indicadores de serviços ambientais agrega as observações de campo em um ‘fator de conversão’, aplicável às compensações ofertadas pelo Programa aos

produtores, segundo a realização dos serviços ambientais obtidos pela adoção de práticas conservacionistas de manejo (ALMEIDA, 2011; MEDEIROS et al., 2007).

Atenção também tem sido dirigida a métodos apropriados para áreas inovadoras de pesquisa, como a biotecnologia e a nanotecnologia. Por exemplo, dados os requerimentos especiais e necessidades de licenciamento para experimentos de campo com organismos geneticamente modificados (RODRIGUES et al., 2005b), uma metodologia foi proposta para a 'Avaliação de Risco de Plantas Geneticamente Modificadas', com software associado (GMP-RAM – JESUS et al., 2006). O sistema se baseia na consulta a especialistas para composição de um 'índice de risco' (baseado nos aspectos de dano, exposição, e precedência) e um 'índice de significância' (extensão e reversibilidade) relativos à liberação de OGM no campo. Outra alternativa, originalmente concebida como método de aplicação geral e ora dirigida a avaliação de nanotecnologias, é o sistema INOVA-tec, também acompanhado por software dedicado (JESUS-HITZSCHKY, 2007). Esta proposta metodológica relaciona aspectos econômicos, ambientais, sociais, éticos e de capacitação no desenvolvimento e adoção tecnológica, também com base em pontuação procedida via consulta a especialistas. O método compila as análises em índices de 'significância' e 'magnitude', expressos como recomendações gerais de gestão tecnológica.

Desenvolvimentos interessantes podem também ser mencionados em métodos de avaliação de impactos para análise de sustentabilidade de atividades e setores rurais, estendendo o interesse social para além do impacto socioambiental da pesquisa agrícola, enquanto ainda relacionado ao aprendizado institucional em metodologias de avaliação. O objetivo principal de tais desenvolvimentos tem sido favorecer o diálogo entre grupos de interesse e 'stakeholders', provendo instrumentos de tomada de decisão para agricultura sustentável – em convergência imediata com a enunciada missão institucional da Embrapa. Tal desenvolvimento é o 'Método de Percepção da

Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Arroz de Terras Altas' (MPSAT - FERREIRA, 2007; 2008). Um declarado diferencial da abordagem é que a geração e análise de dados se fazem de forma participativa, com resultados de visualização simples, em uma análise de caráter qualitativo que favorece o entendimento, a reflexão e a priorização de pontos críticos.

Nessa mesma linha metodológica de análise de sustentabilidade, o 'Sistema de avaliação ponderada de impacto ambiental de atividades rurais' (APOIA-NovoRural) integra indicadores quantitativos e de base analítica em uma formulação multi-atributo (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003). Construído para englobar de forma sistêmica cinco dimensões de sustentabilidade, incluindo (i) Ecologia da paisagem; ii) Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo); iii) Valores socioculturais; iv) Valores econômicos; e v) Gestão e administração, esse método tem sido extensivamente aplicado à gestão ambiental de estabelecimentos e territórios rurais (RODRIGUES et al., 2010b). A natureza objetiva e sistêmica do APOIA-NovoRural representa um importante avanço metodológico, no sentido de atender aos fundamentos quantitativos da ciência de avaliação de impactos ambientais, proposta e desenvolvida no âmbito da Ecologia.

Já procurando integrar a avaliação de impactos e de desempenho ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias e de atividades produtivas rurais em múltiplas escalas, com base em uma abordagem sistêmica dos fluxos de materiais e energia, uma 'Plataforma metodológica para avaliação de sustentabilidade' foi desenvolvida (SAMeFrame⁶ - RODRIGUES et al., 2003c). Com foco em balanços de energia e de materiais desde a escala da economia nacional (e do setor agrícola) até a escala municipal e do estabelecimento rural, esse sistema baseado na 'síntese emergética'⁷ (ODUM, 1996) permite uma visão integrada econômica-ambiental, conforme exemplificado em um estudo cooperativo internacional, sobre o setor bananicultor em Guadalupe (BARROS et al., 2009).

(6) Emprega-se a denominação em inglês "Sustainability Assessment Methodology Framework" (SA-MeFrame) devido à cooperação internacional (Embrapa / ProciSur) no desenvolvimento do trabalho.

(7) 'Memória energética' ou 'energia incorporada' (embodied energy).

Outras iniciativas têm estendido o alcance metodológico das práticas de avaliação de impactos junto a parceiros institucionais. Por exemplo, um projeto interinstitucional (liderado pelo GEOPI⁸) dedicado à avaliação de programas de desenvolvimento científico-tecnológico propôs um método de avaliação de impactos ‘Econômicos, Sociais, Ambientais e de Capacitação’ (metodologia ESAC - BIN et al., 2003; BONACELLI et al., 2003; PAULINO et al., 2003). O método traz ferramentas para construção das ‘estruturas de impactos’ (indicadores integrados), coeficientes associados de ponderação e atribuição. A metodologia tem sido empregada em níveis elevados de organização institucional, para avaliação de programas de pesquisa e desenvolvimento promovidos por corporações e agências governamentais de fomento (SALLES FILHO et al., 2011).

O amplo espectro de abordagens metodológicas para avaliação de impactos na Embrapa, brevemente apresentado nessa seção, pode ser considerado um valioso subproduto da prática estratégica institucional de sistematicamente proceder à avaliação de impactos, seja em relação aos projetos de pesquisa, seja em relação às inovações tecnológicas nestes obtidas. Quicá ainda mais importante, a prática da avaliação de impactos (e simultânea análise de sustentabilidade) tem sido levada ao campo, como uma ferramenta para produtores promoverem a gestão ambiental de atividades rurais.

Este arrojado objetivo de pesquisa e desenvolvimento visa consolidar a sustentabilidade do setor rural, conforme proposição da missão institucional da Embrapa. Igualmente, essa plataforma de avaliação de impactos de inovações tecnológicas tem cumprido um papel complementar na própria consubstanciação da imagem da Embrapa, trazendo evidências possivelmente mais justificáveis do que os indicadores bibliométricos e de marketing jornalístico, no sentido de permitir uma análise crítica das contribuições da instituição no cenário nacional da pesquisa agropecuária (ARAÚJO et al., 2011).

(8) Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências/Unicamp.

5. Recomendações

Seguem algumas breves recomendações para estender o alcance e fortalecer o papel institucional da plataforma de avaliação de impactos na Embrapa, bem como para sua eventual adoção em outras instituições de PD&I:

- A metodologia de avaliação deve evoluir em ritmo compatível com o aprendizado institucional, demandando treinamento contínuo das equipes;
- O processo de aprendizado, construído com ciclos repetitivos de avaliação, deve ser acompanhado de incentivos para publicação em periódicos influentes;
- Um painel de supervisão permanente deve ser designado, com a tarefa de promover inovação metodológica e a análise crítica de sua aplicação em campo;
- Uma conferência anual deve ser formalizada, com participação de conselheiros externos, para retroalimentar os avaliadores e as equipes de trabalho dedicadas ao tema, nas unidades de pesquisa;
- Estabelecida a plataforma de avaliação de impactos, estimular a organização de uma abordagem nova, complementar, dedicada à avaliação de impactos nas escalas de macro-região / país, com base em estatísticas / bases de dados secundários nessas escalas, visando subsidiar a política agrícola nacional.

Este é um desafio científico audacioso, que demanda vigoroso esforço institucional.

6. Conclusão

Centenas de avaliações, dos mais diversos tipos de inovações tecnológicas, têm sido produzidas e organizadas desde o início da prática sistemática de analisar impactos na Embrapa desde 2002. O objetivo estratégico de estender as avaliações para além da estimativa de taxas internas de retorno ou análises de benefício/custo, introduzindo as dimensões ambiental e social, tem sido fundamental para análise crítica sobre o papel institucional no desenvolvimento agrícola nacional, conforme anualmente retratado no Balanço Social. Esse processo, contudo, não tem sido sempre ameno ou sem controvérsias (ANDRADE; MOREIRA JUNIOR., 2009). Se de um lado a provisão de uma abordagem metodológica básica pode ter facilitado a internalização da prática de avaliação de impactos no âmbito institucional (RODRIGUES et al., 2010a), de outro lado parece estar promovendo a multiplicação de desenvolvimentos metodológicos inovadores, como brevemente revisado no presente texto.

A base de dados, consolidada com os numerosos relatórios de avaliação de impactos das inovações tecnológicas agropecuárias nos últimos anos, espelha a magnitude dos resultados da pesquisa e permite uma mudança de base para a análise crítica dessas contribuições, da especulação simplista para a elaboração instruída. Aspectos relativos à geração e qualidade dos empregos, renda, saúde, qualidade dos produtos e segurança alimentar, uso de insumos e conservação ambiental, entre muitos outros indicadores podem ser verificados, com elementos de referência obtidos em observações de campo, segundo os contextos de adoção tecnológica vistoriados junto aos usuários. Pesquisadores, agentes de transferência tecnológica e comitês de planejamento da pesquisa têm, nessa base de dados, informações para corrigir impactos negativos e promover aqueles positivos. Esses são valiosos processos de aprendizado institucional e importante patrimônio informacional providos pela plataforma de avaliação de impactos da Embrapa.

Referências

ALMEIDA, E. N. de. **A participação de agricultores familiares no processo de recuperação de áreas alteradas na região do Xingu, estado do Pará.** 246 f. 2011. Tese (Doutorado) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará.

ALMEIDA, C. O. de; MATOS, A. P. de; CARDOSO, C. E. L.; SANCHES, N. F.; TEIXEIRA, F. A.; ELIAS JÚNIOR, J. **Avaliação de impactos da produção integrada de abacaxi no Estado do Tocantins:** um estudo de caso de um sistema em transição. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 29 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 167).

ANDRADE, T. N. de; MOREIRA JUNIOR, A. Aperfeiçoamento gerencial e inovação tecnológica. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 11, n. 22, p. 198-230, 2009.

ARAÚJO, U. P.; ANTONIALLI, L. M.; BRITO, M. J. de; GOMES, A. F.; OLIVEIRA, R. F. de. Consubstanciação da imagem da Embrapa no campo científico. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 775-811, 2011.

AVILA, A. F. D.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S. Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 14, n. 4, p. 86-101, 2005.

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**, Brasília, DF, v. 45, n. 10, p. 1073-1081, 2010.

BARROS, I. de; BLAZY, J. M.; RODRIGUES, G. S.; TOURNEBIZE, R.; CINNA, J. P. Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 129, n. 4, p. 437-449, 2009.

BIN, A.; SALLES FILHO, S. L. M.; PAULINO, S. R.; RODRIGUES, G. S. Impactos ambientais na agricultura: um método de avaliação de programas tecnológicos. **Revista do Centro de Ciências da Administração**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 76-83, 2003.

BONACELLI, M. B. M.; ZACKIEWICZ, M.; BIN, A. Avaliação de impactos sociais de programas tecnológicos na agricultura do Estado de São Paulo. **Espacios**, Caracas, v. 24, n. 2, p. 5-24, 2003.

CANTO, A. M. M. E.; SENA, M. das G. C. de; MELO, E. S.; LIMA, H. G. Avaliação participativa da sustentabilidade das inovações adotadas pela agricultura familiar do

semiárido baiano: uma experiência em construção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 136-139, 2007.

CARVALHO, G. R.; FERNANDES, E. N.; MÜLLER, M. D.; OLIVEIRA, A. F. de. Avaliação dos impactos ambientais e sociais da tecnologia “Capim elefante pioneiro no sistema de pastejo rotativo”. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Conhecimentos para a agricultura do futuro: anais**. Brasília, DF: Sober; Londrina: Universidade Estadual de Londrina: IAPAR, 2007. 1 CD-ROM.

CARVALHO, G. R.; OMETTO, A. R.; FURTADO, A. L. dos S.; MANGABEIRA, J. A. de C.; GUIMARÃES, M.; VALLADARES, G. S.; BATISTELLA, M. **Impacto de algumas tecnologias geradas pela Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 101 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 50).

DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MATOSO, M. J.; SANTANA, D. P. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da cultivar de sorgo granífero BR 304 na safra 2005/2006**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 39 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 67).

EMBRAPA. **V Plano Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023**. Brasília, DF, 2008. 43 p.

EMBRAPA. **Balanco Social**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://bs.sede.embrapa.br/index.html>>. Acesso em: 05 mar. 2014).

FERREIRA, C. M. **Sustentabilidade de sistemas de produção de grãos: caso do arroz de terras altas**. 2007. 318 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, DF.

FERREIRA, C. M. **Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 228 p.

FERREIRA, C. M.; SILVA, S. C. da; LANNA, A. C.; BARRIGOSI, J. A. F.; WANDER, A. E. Climatic zoning for upland rice in Brazil: economic, social and environmental impacts. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2005, Stuttgart. **Proceedings...** Stuttgart: University of Hohenheim, 2005. Stuttgart-Hohenheim, 11-13 October, 2005. 4 p.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; MOTA, S.; RODRIGUES, G. S.; PIRES, A. C.; ROSA, M. de F. Metodologia de avaliação dos impactos ambientais de inovações tecnológicas agroindustriais, com base no ciclo de vida. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA - CILCA 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Análise de Ciclo de Vida, 2007. 5 p.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; MOTA, F. S. B.; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; VIEIRA, V. de P. P. B. Conceptual framework for considering life cycle

and watershed vulnerability analysis in the environmental performance evaluation of agro-industrial innovations (Ambitec-Life Cycle). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LCA IN THE AGRI-FOOD SECTOR, 6., 2008. **Book of abstracts...** Zurich: Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, 2008. p. 36.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGAO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations - part 1: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. **Journal of Cleaner Production**, Leiden, v. 18, n. 14, p. 1366-1375, 2010a.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGAO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations - part 2: methodological approach for performing vulnerability analysis of watersheds. **Journal of Cleaner Production**, Leiden, v. 18, n. 14, p. 1376-1385, 2010b.

GALHARTE, C. A. **Avaliação de impactos ambientais da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da inovação tecnológica da Embrapa**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14 n. 11, p. 1202-1209, 2010.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; WERF, H. van der. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 13, n. 4, p. 5-21, 1999.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 584-593, 2010.

HOLANDA FILHO, Z. F. **Avaliação de impactos socioambientais da tecnologia de cultivares de banana resistentes à sigatoka-negra em área de assentamento de reforma agrária no estado de Rondônia**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Núcleo de Ciências e Tecnologias, UNIR, Porto Velho.

INTERNATIONAL WORKSHOP ON METHODOLOGICAL INNOVATIONS IN IMPACT ASSESSMENT OF AGRICULTURAL RESEARCH, 2008, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2008. 1 CD-ROM.

IRIAS, L. J. M.; GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P.; ROSA, M. F. de; RODRIGUES, G. S. Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias: aplicação do Sistema Ambitec. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-40. 2004a.

IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, I.; BUSCHINELLI, C. C. de A. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBITEC)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004b. 8p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 5).

JACOMETI, W. A.; PAULINO, S. R.; QUEDA, O. Avaliação de impactos ambientais e sociais da certificação Eurep-Gap em propriedades de limão Tahiti. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 8, p. 62-78, 2008.

JESUS, K. R. E. de; LANNA, A. C.; VIEIRA, F. D.; ABREU, A. L. de; LIMA, D. U. de. A proposed risk assessment method for genetically modified plants. **Applied Biosafety**, Mundelein, v. 11, n. 3, p. 127-137, 2006.

JESUS-HITZSCHKY, K. R. E. de. Impact assessment system for technological innovation: INOVA-tec System. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago de Chile, v. 2, n. 2, p. 67-82, 2007.

LANNA, A. C.; FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. **Análise do impacto ambiental da cultivar de feijão BRS Pérola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 80).

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. de C. M. T.; ÁVILA, A. F. D. (Ed.). **Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia, 2006. 243 p. (Embrapa-Secretaria de Gestão e Estratégia. Documentos, 13).

MEDEIROS, C. B.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; RODRIGUES, G. S. **Avaliação de serviços ambientais gerados por unidades de produção familiar participantes do programa Proambiente no Estado do Pará**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 74 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 68).

MIELE, M.; GIOTTO, A. F.; MORÉS, N.; AMARAL, A. L. do; ZANELLA, J. R. C. Avaliação dos impactos econômicos e sociais do programa de erradicação da doença de Aujeszky no estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA E RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture – Ambitec-Agro. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago de Chile, v. 1, n. 3, p. 47-59, 2006.

MORI, C. de; SCHEEREN, P. L.; MINELLA, E.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; LORINI, I. **Avaliação de impactos econômicos sociais e ambientais de algumas**

tecnologias geradas pela Embrapa Trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 35 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 90).

ODUM, H. T. **Environmental accounting:** energy and environmental decision making. New York: J. Wiley, 1996. 384 p.

PAULINO, S. R.; RODRIGUES, G. S.; SALLES FILHO, S. L. M.; BIN, A. Impactos ambientais na agricultura: um método de avaliação de programas tecnológicos. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 2003, Cidade do México. **Conocimiento, innovación y competitividad:** los desafíos de la globalización. Cidade do México: ALTEC, 2003. p. 2-16.

PUIGNAU, J. P. **Valoración económica en el uso de los recursos naturales y del medio ambiente.** Montevideo: IICA/PROCISUR, 1998. 118 p. (Dialogo, 51).

RODIGHERI, H. R.; IEDE, E. T.; PENTEADO, S. do R. C.; REIS FILHO, W. **Avaliação dos impactos do programa de manejo integrado de pragas para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus no sul do Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 158).

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas:** fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 66 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos 14).

RODRIGUES, G. S.; BROWN, M. T.; MILLER, W.; RUZ, E.; RIQUELME, H. Natural resource valuation, environmental impact assessment, and sustainability: the role of the NIARs in the Southern Cone. In: PUIGNAU, J. P. **Valoración económica en el uso de los recursos naturales y del medio ambiente.** Montevideo: IICA/PROCISUR, 1998. p. 113-116. (Dialogo, 51).

RODRIGUES, G. S.; BROWN, M. T.; ODUM, H. T. Sameframe: sustainability assessment methodology framework. In: BIENNIAL INTERNATIONAL WORKSHOP AVANCES IN ENERGY STUDIES, 3., 2002, Porto Venere. **Reconsidering the importance of energy.** Porto Venere: SGEEditoriali Padova, 2002a. p. 605-613.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; AVILA, A. F. D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago de Chile, v. 5, n. 4, p. 38-56, 2010a.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de desenvolvimento tecnológico agropecuário II:** avaliação da formulação de projetos - versão 1.0. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 10).

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; MUNIZ, L. R. Ostrich farming and

environmental management tools: an overview. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 48, n. 10, p. 1308-1313, 2008.

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

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 349-375, 2002b.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 23, n. 2, p. 219-244, 2003a.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. 95p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

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

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, I. A.; FRIGHETTO, R. T. S.; RAMOS FILHO, L. O. Gestão ambiental de atividades rurais: estudo de caso em agroturismo e agricultura orgânica. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 17-31, 2006a.

RODRIGUES, G. S.; JESUS, K. R. E. de; CAPALBO, D. M. F.; MEISSNER FILHO, P. E. **Avaliação ambiental integrada para licenciamento de operação de áreas de pesquisa (Loop) com plantas geneticamente modificadas**: estudo de caso do mamão geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005b. 55 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; BROWN, M. T. SAMEFrame – plataforma metodológica para avaliação de sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, 4.; SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE AGROECOLOGIA, 5., 2003, Porto Alegre. **Conquistando a soberania alimentar**. Porto Alegre: EMATER-RS-ASCAR, 2003c. p. 1587-1590.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. Avaliação de impactos ambientais na agropecuária. In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 285-310.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; TUPY, O.; CAMARGO, A. C.; NOVO, A. L. M.; BONADIO, L. F.; TOKUDA, F. S.; ANDRADE, E. F.; SHIOTA, C. M.; SILVA, R. A. da. Avaliação sócio-ambiental da integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 35-48, 2006b.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. A.; BARROS, I. . Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 30, n. 4, p. 229-239, 2010b.

SÁ, C. P. de; BAYMA, M. M. A.; CARNEIRO JUNIOR, J. M. Aspectos econômicos e ambientais da utilização do amendoim forrageiro para a recria-engorda de bovinos de corte no Acre. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco, AC. **Amazônia, mudanças globais e agronegócios: o desenvolvimento em questão**. Brasília, DF: Sober; Rio Brasnco, AC: UFAC, 2008. 1 CD-ROM.

SABBAG, O. J. Avaliação de impactos ambientais pós-certificação EurepGap na cultura do abacaxi em Guaraçá (SP). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 284-289, 2008.

SALLES FILHO, S.; BONACELLI, M. B.; CARNEIRO, A. M.; CASTRO, P. F. D. de; SANTOS, F. O. Evaluation of ST&I programs: a methodological approach to the Brazilian Small Business Program and some comparisons with the SBIR program. **Research Evaluation**, Guildford, v. 20, n. 2, p. 159-171, 2011.

SILVA, O. F. da; LANNA, A. C.; WANDER, A. E.; BARRIGOSSO, J. A. F.; SANTOS, A. B. dos. Impacto socioeconômico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, estado do Tocantins. **Revista Redes**, Santa Cruz do Sul, v.13, n.1, p. 28-48, 2008.

TOSTO, S. G.; BRANDAO, E. S.; MACEDO, J. R. de; CAPECHE, C. L. **Avaliação de impacto ambiental**: produção de tomate de mesa ecologicamente cultivado no município de São José de Ubá, RJ: uma aplicação do método Ambitec-Agro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006a. 32 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 105).

TOSTO, S. G.; CAPECHE, C. L.; FERRAZ, R. P. D.; ANDRADE, A. G. de; BRANDAO, E. S.; COSTA, J. R. P. F. da. **Avaliação de impacto ambiental: o caso do projeto Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - Tom Jobim**: uma aplicação do método Ambitec-Agro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006b. 31 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93).

TUPY, O.; PRIMAVESI, O. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologia da Embrapa Pecuária Sudeste**: 3. Análise estratégica de custos de produção

de leite. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 56).

TUPY, O.; OLIVEIRA, P. P. A.; VINHOLIS, M. de M. B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. de C. **Avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 8. Sobressemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais irrigadas no período seco. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006a. 37 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 61).

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; BARBOSA, P. F. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 1. Utilização de touros da raça Canchim em cruzamento terminal com fêmeas da raça Nelore. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006b. 30 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 54).

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; CAMARGO, A. C. de. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 4. Técnicas de produção intensiva aplicadas a propriedades familiares produtoras de leite. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006c. 38 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 57).

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; RODRIGUES, A. de A. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 2. Cultivar de cana-de-açúcar IAC86-2480, desenvolvida pelo IAC, e testada e recomendada pela Embrapa Pecuária Sudeste para alimentação de bovinos. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006d. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 55).

VINHOLIS, M. de M. B.; PEDROSO, A. F.; PRIMAVESI, O.; TUPY, O.; BERNARDI, A. C. C. Impactos econômico, social e ambiental de um abrigo individual móvel para bezerros. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 3, n. 1, p. 73-82, 2006a.

VINHOLIS, M. de M. B.; TUPY, O.; PEDROSO, A. de F.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. de C. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 5. Casinha tropical: abrigo móvel individual para bezerras. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006b. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 58).

VINHOLIS, M. de M. B.; TUPY, O.; SOUZA, G. B. de; NOGUEIRA, A. R. de A.; PRIMAVESI, O. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**: 7. Método alternativo de determinação de fibra em detergente ácido e de fibra em detergente neutro. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006c. 27 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 60).

