

# Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa

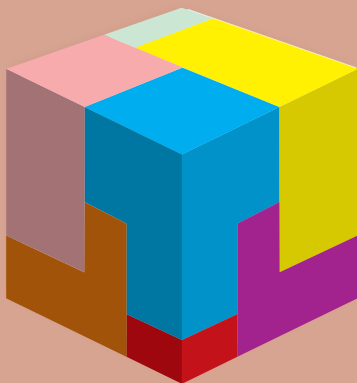
## Metodologia de referência

Antonio Flavio Dias Avila  
Geraldo Stachetti Rodrigues  
Graciela Luzia Vedovoto

Editores Técnicos

**Embrapa**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Secretaria de Gestão e Estratégia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



# Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa

## Metodologia de referência

Antonio Flavio Dias Avila  
Geraldo Stachetti Rodrigues  
Graciela Luzia Vedovoto

Editores Técnicos

*Embrapa Informação Tecnológica  
Brasília, DF  
2008*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Secretaria de Gestão e Estratégia**

Edifício-Sede da Embrapa  
Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)  
CEP 70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-4433  
Fax: (61) 3347-1041

Coordenação editorial  
*Fernando do Amaral Pereira*  
*Mayara Rosa Carneiro*  
*Lucilene Maria de Andrade*

Revisão de texto  
*Wesley José da Rocha*

Normalização bibliográfica  
*Celina Tomaz de Carvalho*

Projeto gráfico e editoração eletrônica  
*Wamir Soares Ribeiro Júnior*

Capa  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2008): 500 exemplares

**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 Informação Tecnológica

---

Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa : metodologia de referência / editores técnicos, Antonio Flavio Dias Avila, Geraldo Stachetti Rodrigues, Graciela Luzia Vedovoto. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

189 p. ; 16 x 22 cm.

ISBN 978-85-7383-420-8

1. Impacto ambiental. 2. Impacto econômico. 3. Impacto Social. 4. Instituição de pesquisa. 5. Tecnologia. I. Avila, Antonio Flavio Dias. II. Rodrigues, Geraldo Stachetti. III. Vedovoto, Graciela Luzia. IV. Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia.

CDD 630.72

---

© Embrapa 2008



## **Autores**

### **Adriano Lincoln Albuquerque Mattos**

M.Sc. em Economia Aplicada,  
analista da Embrapa Agroindústria Tropical.  
adriano@cnpat.embrapa.br

### **Antonio Flavio Dias Avila**

D.Sc. em Economia Rural,  
pesquisador da Embrapa Sede.  
flavio.avila@embrapa.br

### **Carlos Roberto Machado Pimentel**

D. Sc. em Economia,  
pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical.  
pimentel@cnpat.embrapa.br

### **Daniela Vieira Marques**

M.Sc. em Geografia,  
analista da Embrapa Sede.  
daniela.marques@embrapa.br

### **Geraldo Stachetti Rodrigues**

Ph.D. em Biologia Evolutiva,  
pesquisador da Embrapa Meio Ambiente.  
stacheti@cnpma.embrapa.br

### **Graciela Luzia Vedovoto**

M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável,  
analista da Embrapa Sede.  
graciela.vedovoto@embrapa.br

### **Junia Rodrigues de Alencar**

D.Sc. em Economia e Empresa,  
pesquisadora da Embrapa Sede.  
junia.alencar@embrapa.br

**Maria Cléa Brito de Figueiredo**

M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável,  
pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical.  
clea@cnpat.embrapa.br

**Morsyleide de Freitas Rosa**

D.Sc. em Tecnologia de Processos,  
pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical.  
morsy@cnpat.embrapa.br



# Agradecimentos

Este trabalho é fruto de uma parceria das equipes de avaliação de impactos da Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE) e da Embrapa Meio Ambiente (CNPMA). Durante o processo de elaboração deste documento, houve uma participação efetiva das equipes de avaliação de impactos dos centros de pesquisa em todas as diversas dimensões que compõem a metodologia (econômica, ambiental, social e de capacitação). A elas, um agradecimento todo especial dos autores. Essa participação ocorreu tanto por meio do envio de sugestões diretamente à SGE e ao CNPMA quanto durante os dois cursos de avaliação de impacto realizados em 2004 e 2006.

O desenvolvimento do Sistema Ambitec é resultado da oportunidade de contribuir com a iniciativa institucional de avaliação de impacto dos resultados da pesquisa agropecuária, um esforço coordenado pela Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE) e integrante do Sistema de Avaliação de Desempenho de Unidades (SAU) adotado na Embrapa. No processo, contamos com muitas contribuições, das quais destacamos a da colaboradora Andréa Asmus, da Embrapa Meio Ambiente, que contribuiu para a preparação do capítulo referente às metodologias Ambitec, a quem somos gratos. Agradecimento especial é dirigido ao colaborador Rubens Caldeira Monteiro, da Embrapa Meio Ambiente, por sua iniciativa de melhorar a formatação e verificar a consistência de todos os módulos do Sistema.

Agradecemos também a participação dos demais membros da equipe de pesquisadores e colaboradores da Embrapa Meio Ambiente envolvida neste trabalho, em especial a de Clayton Campanhola, a de Paulo Kitamura (in memoriam), a de Luiz José Maria Irias e a de Isis Rodrigues.

No tocante à análise dos impactos no contexto das cadeias produtivas, agradecemos a colaboração dos pesquisadores Morsyleide de Freitas Rosa, Maria Cléa Brito de Figueiredo, Adriano Lincoln Albuquerque

Mattos e José Carlos Machado Pimentel, da Embrapa Agroindústria Tropical, que gentilmente contribuíram com um exemplo de avaliação de impactos de uma das tecnologias geradas por aquela Unidade.

Quanto à dimensão que trata de outros impactos, que no caso desta metodologia inclui os impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucionais, queremos destacar a estreita colaboração com a equipe Geopi/Unicamp, em especial a de Sérgio Salles Filho, a de André Tosi Furtado e a de todos os pesquisadores envolvidos no desenvolvimento do componente capacitação da metodologia Esac.

Finalmente, agradecemos à equipe de pesquisadores e analistas da Secretaria de Gestão e Estratégia envolvida no aprimoramento desta metodologia de referência da avaliação de impacto na Embrapa: Marília Castelo Magalhães e Levon Yegianantz.

Como a cada ano surgem inovações metodológicas na área de avaliação de impactos, espera-se que, nos próximos anos, sempre em parceria com as equipes de socioeconomia e meio ambiente das Unidades Descentralizadas da Empresa, possamos avançar ainda mais em tal processo.

Neste particular, cabe destacar o apoio do subcomponente específico de avaliação de impacto do Projeto Agrofundo, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pelo governo federal.

O apoio efetivo da Diretoria-Executiva da Embrapa às atividades de avaliação de impacto e seu uso institucional tanto na avaliação de desempenho dos centros quanto no balanço social tem sido decisivo neste processo de aprimoramento metodológico.

É importante resaltar que tal aprimoramento tornou a Embrapa, nos últimos anos, referência mundial na avaliação multidimensional dos impactos da pesquisa agropecuária.

Os autores



# Apresentação

A Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE) tem a satisfação de lançar esta publicação com a metodologia de referência da avaliação de impacto usada na Embrapa. Esta vem sendo usada como referência metodológica para fins de avaliação de impacto nos centros de pesquisa da Empresa, desde 2001, como parte do Sistema de Avaliação de Unidades (SAU).

Tal metodologia ora publicada adota um enfoque multidimensional, ou seja, avalia os impactos de cada tecnologia gerada nas dimensões econômica, social, ambiental e de outros impactos – conhecimento, capacitação e impacto político-institucional.

A metodologia de avaliação na dimensão econômica é baseada no método do excedente econômico. O capítulo que descreve a metodologia inclui as melhorias operacionais em função da experiência acumulada no processo de avaliação desde 2001. Tais melhorias visaram basicamente a um maior rigor nas estimativas realizadas, minimizando distorções.

No tocante à avaliação na dimensão social, está incorporada no documento a metodologia desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente, também baseada no modelo Ambitec. No caso do Ambitec-Social, foram identificados os componentes e indicadores mais relevantes para avaliar os impactos sociais de tecnologias agropecuárias e agroindustriais, organizando-se um modelo similar ao da avaliação dos impactos ambientais.

Do ponto de vista da avaliação de impacto ambiental, a metodologia incorpora as melhorias decorrentes da introdução de duas novas vertentes da avaliação de impacto, que permitem a abordagem de tecnologias de produção animal e agroindustriais. Tais vertentes foram introduzidas a partir do Ambitec-Agro, desenvolvido pela



Embrapa Meio Ambiente, que é o modelo adotado na Empresa para avaliar os impactos ambientais das tecnologias.

A metodologia de referência inclui na dimensão social também um capítulo específico referente à estimativa de empregos gerados em função da adoção de tecnologias Embrapa.

O documento trata da questão de outras dimensões de impacto, em geral com foco nos impactos sobre o conhecimento, capacitação e aprendizagem e político-institucionais. Essa nova dimensão no processo de avaliação de impactos da Embrapa incorpora resultados de uma cooperação com o Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação (Geopi/Unicamp), bem como das discussões internas da Embrapa, especialmente com as equipes dos centros temáticos, até então insuficientemente atendidos nas avaliações das outras dimensões.

A SGE, ao lançar este novo documento de referência, busca retratar a atual situação da avaliação de impacto na Embrapa, do ponto de vista metodológico, e assim contribuir para aprimorar as atividades de avaliação de impactos na Empresa. Estamos certos de que este documento também será útil a outras instituições de pesquisa agropecuária, preocupadas em, periodicamente, demonstrar à sociedade os impactos dos investimentos nelas realizados.

*Evandro Chartuni Mantovani*  
Chefe da Secretaria de Gestão e Estratégia



# Sumário

<b>Introdução</b> .....	13
<b>Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias</b> .....	19
Introdução .....	21
Aspectos conceituais .....	23
Aspectos operacionais .....	26
Inventário e seleção de tecnologias .....	27
Estimativa dos benefícios econômicos totais .....	28
Estimativa da participação Embrapa e dos parceiros .....	29
Estimativa das taxas de adoção .....	31
Estimativa dos benefícios da Embrapa .....	32
Custos da pesquisa .....	32
Estimativa dos benefícios econômicos líquidos .....	34
Estimativa da rentabilidade dos investimentos .....	35
Orientações gerais .....	35
Estratégia de ação .....	38
Referências .....	39
<b>Avaliação dos impactos sociais de tecnologias agropecuárias</b> .....	43
Introdução .....	45
Sistema de avaliação de impacto social de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Social) .....	46
Considerações metodológicas .....	46
Aspectos e indicadores do sistema Ambitec-Social .....	52
Aspecto emprego .....	53
Aspecto renda .....	56
Aspecto saúde .....	59
Aspecto gestão e administração .....	61

Avaliação do impacto social da tecnologia .....	64
Conclusões .....	69
Referências .....	69
<b>Avaliação dos impactos na geração de empregos de tecnologias agropecuárias .....</b>	<b>71</b>
Introdução .....	73
Avaliação dos impactos sociais .....	74
Conclusão .....	81
Referências .....	82
<b>Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias .....</b>	<b>85</b>
Introdução .....	87
Desenvolvimento metodológico .....	88
Sistema Ambitec-Agro .....	89
Módulo Ambitec-Agricultura .....	90
Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agricultura .....	90
Módulo Ambitec-ProduçãoAnimal .....	93
Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na produção animal .....	95
Módulo Ambitec-Agroindústria .....	97
Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agroindústria .....	99
Referências .....	101
<b>Avaliação de impactos sobre o conhecimento, sobre a capacitação e de impacto político-institucional da pesquisa da Embrapa .....</b>	<b>103</b>
Introdução .....	105
Impactos sobre o conhecimento – aspectos conceituais .....	105
Avaliação de impactos sobre o conhecimento na Embrapa ....	110
Adaptação do método Esac .....	115
Conclusão .....	125
Referências .....	126
<b>Análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais da máquina extratora de água de coco verde: considerações sobre a cadeia produtiva .....</b>	<b>129</b>
Introdução .....	131

Produção e agroindustrialização do coco .....	132
Máquina extratora .....	134
Metodologia para análise de impactos em cadeias produtivas .....	135
Considerações sobre os impactos da tecnologia da máquina extratora na cadeia da água-de-coco envasada .....	138
Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da tecnologia na unidade de processamento de água-de-coco .....	140
Impactos econômicos .....	140
Avaliação custo/benefício .....	143
Impactos sociais .....	146
Impactos ambientais .....	151
Referências .....	157
<b>Anexos .....</b>	<b>159</b>
Anexo 1 – Estimativa dos impactos econômicos das tecnologias Embrapa .....	161
Anexo 2 – Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa (modelo) .....	165





# Introdução

A Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE), antes Secretaria de Administração Estratégica (SAE), vem atuando no aprimoramento metodológico da avaliação de impacto na Empresa, desde meados de 2000. Esta etapa caracteriza-se por uma nova concepção metodológica na avaliação dos impactos, pois saiu-se de um modelo de avaliação em que apenas a dimensão econômica era analisada, para um modelo de avaliação multidimensional dos impactos de inovações tecnológicas agropecuárias. Os estudos de impacto realizados, a partir de então, incluíram as dimensões ambiental, social e, mais recentemente, a de impacto sobre o conhecimento, a capacitação e a de impactos político-institucionais.

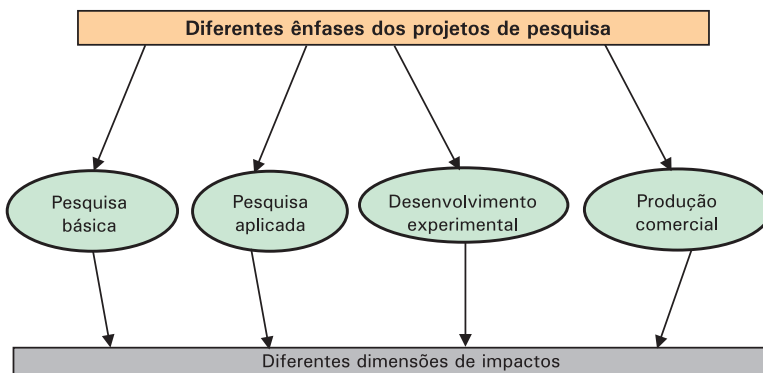
Nesse processo de construção de uma nova e mais abrangente metodologia de avaliação de impactos participaram todas as equipes de socioeconomia dos centros de pesquisa, além da SGE. Para tanto, foram realizados vários eventos, incluindo reuniões técnicas e cursos de capacitação, o que permitiu à equipe envolvida nessa área na Embrapa trocar experiências e avançar metodologicamente. Nessa caminhada, cabe destacar o importante papel desempenhado pela Embrapa Meio Ambiente, a qual liderou os trabalhos de concepção e desenvolvimento dos modelos de avaliação de impacto ambiental e social (Sistema Ambitec).

O primeiro documento de referência metodológica para os estudos de avaliação de impactos na Embrapa, publicado em 2001, ainda apresentava pendências em algumas dimensões, particularmente no tocante à avaliação de impactos sociais, já que apresentava apenas algumas propostas alternativas. Da mesma forma, havia deixado em aberto a questão dos outros impactos (sobre o conhecimento e a capacitação e político-institucionais), o que representava prejuízo, especialmente para os centros de temas básicos. Este documento preenche tal lacuna, definindo claramente como se avaliam na Empresa tais impactos, além dos econômicos e ambientais, já bastante sedimentados metodologicamente.

No decorrer desse processo de desenvolvimento e aprimoramento metodológico, importando uma visão multidimensional, foi importante o apoio que a Empresa recebeu do International Food Policy Research Institute (Ifpri), vinculado ao Consultative Group on International Agricultural Research (Cgiar), no período 1999–2001. Tal instituto desenvolveu um estudo piloto para avaliação de impacto econômico do programa de melhoramento genético da Embrapa em arroz de sequeiro, feijão e soja, em colaboração com as equipes da Embrapa Arroz e Feijão e da Embrapa Soja. Os resultados foram importantes, especialmente no tocante à metodologia de distribuição dos benefícios entre parceiros e à estimação dos custos da pesquisa, nos casos em que se avaliam tecnologias específicas e não agregadas.

Uma amostra dessa experiência recente da Embrapa na avaliação dos impactos econômicos e ambientais das tecnologias por ela geradas está sendo publicada pela SGE (MAGALHÃES et al.). As avaliações de impacto realizadas, envolvendo 12 tecnologias, foram também baseadas no método do excedente econômico e no Sistema Ambitec-Agro e serviram para subsidiar o processo de avaliação de impacto *ex-ante* do Agrofuturo, o projeto que a Empresa negociou com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

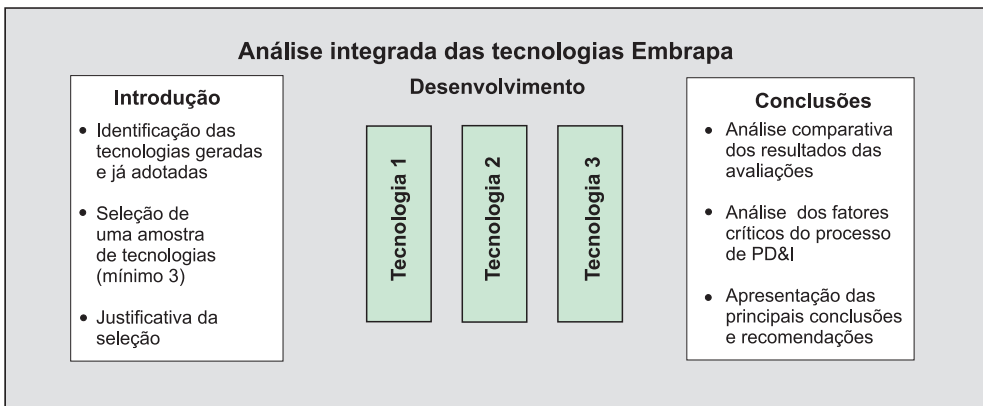
A proposta metodológica apresentada envolve as quatro dimensões de avaliação – econômica, social, ambiental E no avanço do conhecimento, da capacitação e político-institucional. Conforme a Fig. 1, o enfoque multidimensional adotado tem a ver com a multiplicidade de produtos gerados pelos projetos de pesquisa na Embrapa, por causa de seus diferentes objetivos.



**Fig. 1.** A base conceitual do sistema de avaliação de impacto da Embrapa.

Ressalta-se que o processo de avaliação de impactos das tecnologias selecionadas pelas Unidades é visto de forma integrada. Mais especificamente, o processo de avaliação de impactos incorpora, além das análises das tecnologias, os critérios utilizados pelos centros de pesquisa para identificar e selecionar as tecnologias que terão seus impactos avaliados e registrados na forma de um relatório. Ao final, depois de selecionar as tecnologias e avaliar seus impactos econômicos, sociais, ambientais, sobre o conhecimento, a capacitação e político-institucionais, o centro de pesquisa aponta as principais conclusões. Esse procedimento denomina-se Análise Integrada.

A análise integrada é constituída de três partes, conforme a Fig. 2. Na primeira, a introdução, o centro de pesquisa faz um apanhado das suas principais tecnologias, explicando seu processo de geração, e justifica a escolha das tecnologias selecionadas para fins de avaliação de impactos econômicos, sociais, ambientais, sobre o conhecimento, a capacitação e político-institucionais, ou seja, é abordado o processo de geração, identificação e seleção das tecnologias apresentadas. Paralelamente, analisa-se como é realizado o processo de transferência das tecnologias geradas na Unidade, com destaque para as tecnologias selecionadas para este relatório.



**Fig. 2.** Esquema para análise integrada das tecnologias Embrapa avaliadas.

Num segundo momento, as tecnologias são analisadas integrada e comparativamente, considerando os resultados obtidos no ano objeto da avaliação e nos anos anteriores, em termos econômicos, sociais, ambientais, sobre o conhecimento, a capacitação e político-institu-



cionais. Além disso, a análise final inclui um exame crítico do processo de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) na Unidade e que tenham relação com as três tecnologias avaliadas. Em tal análise, deve merecer uma atenção especial a questão da transferência da tecnologia, considerada problemática em muitos casos.

Ao final da análise integrada, são apresentadas as principais conclusões dos estudos de impacto realizados pela Unidade. Nesse item, são explicitadas sucintamente as conclusões das avaliações e análises realizadas, bem como apresentadas as recomendações derivadas dos resultados e, sobretudo, da análise do processo de PD&I das tecnologias avaliadas.

As avaliações de impactos de tecnologias realizadas na Embrapa tornaram-se um importante documento orientador, principalmente em nível institucional. O Balanço Social, por exemplo, cada vez mais utiliza as informações disponíveis nos relatórios de avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais das tecnologias geradas pela Embrapa. A ocorrência de artigos, em revistas e periódicos, que apresentam estudos de caso de avaliação de impactos de tecnologias relatando a experiência da Embrapa no tema tem se intensificado nos últimos anos.

Do ponto de vista institucional, a avaliação de impactos vem se aprimorando ao longo dos anos e é hoje um documento complexo, com informações e análises importantes para a empresa, além de envolver profissionais de diversas áreas. Para sistematizar e organizar esse esforço, a SGE solicita a análise integrada do relatório de avaliação de impactos.

A seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos que servem de referência para que sejam realizados os estudos de impacto na Embrapa visando atender às demandas da Diretoria Executiva e do Conselho de Administração da Empresa.

No primeiro capítulo, Avaliação dos Impactos Econômicos de Tecnologias Agropecuárias, são apresentadas as bases conceituais e metodológicas propostas para avaliar os impactos econômicos das tecnologias. Há uma breve exposição e comentários sobre o método do excedente econômico, os aspectos operacionais da avaliação econômica, além de algumas estratégias de ação e considerações finais.

O capítulo seguinte, Avaliação dos Impactos Sociais de Tecnologias Agropecuárias, trata da avaliação de impactos sociais da pesquisa. Inicialmente, apresenta-se o modelo, componentes e indicadores do Ambitec-Social, metodologia desenvolvida por pesquisadores e colaboradores da Embrapa Meio Ambiente. Em seguida, no capítulo 3, Avaliação dos Impactos na Geração de Empregos de Tecnologias Agropecuárias, são apresentados os procedimentos metodológicos usados para estimar o número de empregos gerados pela adoção da tecnologia. Espera-se que seja possível realizar uma avaliação mais abrangente, combinando abordagens quantitativas e qualitativas.

O quarto capítulo, Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias, refere-se aos aspectos da metodologia Ambitec, também desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente, proposta para avaliar os impactos ambientais das tecnologias da Embrapa. São apresentados os módulos integrados de indicadores de desempenho ambiental para os setores produtivos rurais da agricultura, da produção animal e da agroindústria.

No penúltimo capítulo, Avaliação dos Impactos sobre o Conhecimento, sobre a Capacitação e de Impacto Político-Institucional da Pesquisa da Embrapa, é apresentada a base conceitual da metodologia de avaliação de impactos tomando como referência a metodologia Esac<sup>1</sup>, elaborada pela equipe do Geopi/Unicamp. A introdução da dimensão que trata dos outros impactos atende grande parte da demanda dos centros temáticos. Como se sabe, muitos dos resultados gerados pelos projetos dos centros temáticos constituem-se em avanços do conhecimento ou são insumos a outros projetos, enquanto outros se cristalizam via capacitação de pessoal que, somente em médio prazo, desenvolverão projetos e, então, gerarão novas tecnologias.

A metodologia usada na Embrapa pressupõe que os impactos das tecnologias sejam analisados no contexto dos vários elos das cadeias produtivas (produção, distribuição e consumo) em que se inserem tais tecnologias e não somente no nível do produtor. Dessa forma, a análise e o mapeamento dos resultados dos produtos da pesquisa permitem identificar os impactos e como eles ocorrem na sociedade. Por tal razão, no último capítulo, Análise dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais da Máquina Extratora de Água de Coco Verde: considerações sobre a cadeia

---

<sup>1</sup> O termo Esac é resultado de uma abordagem metodológica baseada em quatro dimensões, quais sejam: econômica, social, ambiental e capacitação.

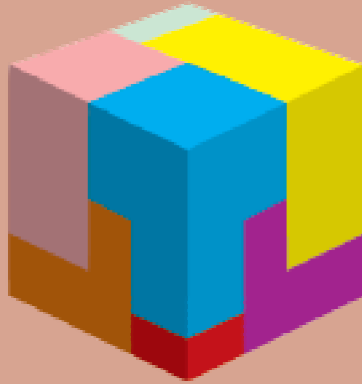
produtiva, é apresentada uma análise de tal natureza, tomando como exemplo a máquina de extração de água-de-coco desenvolvida pela Embrapa Agroindústria Tropical. Vale destacar que a avaliação dos impactos ao longo da cadeia produtiva é um enfoque inteiramente inovador e, certamente, os procedimentos ora propostos deverão ainda ser aprimorados. Além disso, tal análise é muito dependente do tipo de tecnologia que está sendo avaliada.

Cabe ressaltar ainda que o processo de avaliação de impactos, neste novo período, além de continuar a servir ao Sistema de Avaliação de Unidades (SAU), serve ao Sistema de Informação de Apoio à Decisão Estratégica (Side). Tal sistema serve para gerenciar os objetivos, diretrizes e metas dos planos estratégicos das Unidades Descentralizadas, nos quais a avaliação de impacto é um componente essencial.

Finalmente, este documento tem também por objetivo apoiar o processo de aprimoramento metodológico e sensibilização dos pesquisadores e técnicos das unidades da Embrapa em relação à avaliação de impactos das tecnologias geradas. Espera-se que este documento possa servir de subsídio às equipes envolvidas com o tema no desenvolvimento de novos estudos nesta área.

## Referência

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. C. M. T.; AVILA, A. F. D. (Org.). **Avaliação de Impactos da Embrapa**: uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa-SGE, 2006. (Embrapa-SGE, Documentos, 13).



# Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias

Antonio Flavio Dias Avila





# Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias

Antonio Flavio Dias Avila

## Introdução

Nas avaliações de impactos econômicos até agora realizadas na Embrapa, foram usados os mais diversos enfoques metodológicos, com ênfase no uso do conceito de excedente econômico (CRUZ et al., 1982; AMBROSI; CRUZ, 1984; ROESSING, 1984; e BARBOSA et al., 1988a). Entretanto, também foram utilizados modelos econométricos baseados na função de produtividade (EVENSON, 1982; CRUZ; AVILA, 1989), no modelo de decomposição, no uso do Índice de Produtividade Total (AVILA; EVENSON, 1995) e em sistema de equações (EVENSON; AVILA, 1995).

Esta experiência inclui estudos agregados, desenvolvidos com vistas à avaliação dos retornos dos investimentos da Empresa como um todo, de projetos internacionais – Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Mundial – e de programas como o treinamento de pessoal em cursos de pós-graduação, bem como vários estudos específicos realizados por iniciativa dos economistas nos centros de pesquisa (Embrapa Soja, Embrapa Trigo e Embrapa Algodão, por exemplo). A Tabela 1 apresenta os principais estudos desenvolvidos na Empresa.

As avaliações de impactos econômicos agregados e regionais, feitas em 1988, merecem um destaque especial, pois envolveram, de uma só vez, todos os economistas agrícolas da Empresa, no último e mais importante esforço conjunto de avaliação dos retornos dos investimentos em pesquisa agropecuária desenvolvido no Brasil. Nesta nova etapa do processo de avaliação de impacto *ex-post* na Empresa, será usada a mesma estratégia adotada em 1988, com a diferença de

---

<sup>1</sup> Capítulo elaborado com a colaboração de Graciela Luzia Vedovoto e Marília Castelo Magalhães (Embrapa/SGE). O texto baseou-se naquele existente no documento de referência metodológica anterior (AVILA, 2001), mas agregando melhorias, especialmente aquelas incorporadas ao processo de avaliação de impacto econômico no período 2001–2004.

**Tabela 1.** Experiência da Embrapa em avaliação de impacto econômico.

Autor (es)/ano	Abrangência	Produto/nível	TIR
Ayer e Schuh (1972)	Estado de São Paulo	Algodão	77
Monteiro (1975)	Brasil	Cacau	16-18
Fonseca (1976)	Brasil	Café	23-26
Moricochi (1980)	Estado de São Paulo	Citros	28-78
Avila (1981)	Estado do Rio Grande do Sul	Arroz irrigado	87-119
Cruz, Palma e Avila (1982)	Embrapa	Agregado	22-43
Ribeiro (1982)	Estado de Minas Gerais	Arroz	69
		Algodão	48
		Soja	36
Cruz e Avila (1985)	Projeto Banco Mundial (I)	Agregado	20 -38
Avila et al. (1983)	Embrapa	Programa de treinamento	22-30 45-62
Roessing (1984)	Embrapa Soja	Soja	
Ambrosi e Cruz (1984)	Embrapa Trigo	Trigo	59-74
Avila et al. (1984)	Projeto BID (I): Pesquisa Embrapa	Agregado	27
	Pesquisa Estadual Centro-Sul	Agregado	38
Monteiro (1985)	Minas Gerais e Espírito Santo	Cacau	61-79
Barbosa et al. (1988)	Embrapa	Agregado	34-41
Barbosa et al. (1988)	Projeto Banco Mundial (II)	Agregado	43
Kitamura et al. (1989)	Região Norte	Agregado	24
Santos et al. (1989)	Região Nordeste	Agregado	25
Teixeira et al. (1990)	Região Centro-Oeste	Agregado	43
Lanzer et al. (1989)	Região Sul	Agregado	45
Santos e Barros (1989)	Embrapa Algodão	Agregado	24-37
Gonçalves et al. (1989)	São Paulo Estado	Arroz	85-95
Kahn e Souza (1991)	Embrapa Mandioca e fruticultura tropical	Mandioca e feijão-caupi	29-46
Dossa e Contini (1994)	Embrapa Soja	Agregado	65
Avila e Evenson (1995)	Embrapa (programas nacionais)		56
	Embrapa (centros regionais)	Agregado	46
	Pesquisa estadual		19
Evenson e Avila (1995)	Embrapa (pesquisa em grãos)	Trigo	40
		Soja	58
		Milho	37
		Arroz	40
Oliveira e Santos (1997)	Embrapa Centro Caprinos e Ovinos	Agregado	24
Vilela et al. (1997)	Embrapa Hortaliças	Cenoura	36
Pereira e Santos (1998)	Embrapa Algodão	Agregado	15
Cançado Júnior et al. (2000)	Estado Minas Gerais	Agregado	32
Almeida et al. (1999)	Embrapa	Melhoramento soja	
Ambrosi (2000)	Embrapa Trigo	Agregado	69
Almeida e Yokoyama (2000)	Embrapa Arroz e Feijão	Melhoramento	88-143
	Embrapa(programa de	arroz de sequeiro	93-115
Pardey et al. (2004)	melhoramento genético)	Soja	53
		Arroz de sequeiro	24
		Feijão	15
Bonelli e Pessoa (1998)	Embrapa	Agregado	18-27 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Taxa Marginal Interna de Retorno.

Fonte: Avila et al. (2006).

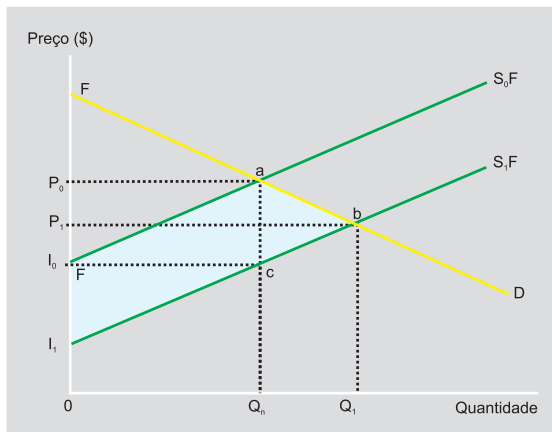
que os estudos de impacto serão por tecnologia e por centro de pesquisa (amostra de três tecnologias) e não por região, como foi naquela época.

Deve-se ressaltar que essa metodologia do excedente econômico, a ser usada para avaliar os impactos econômicos das tecnologias Embrapa, atende basicamente à avaliação dos impactos que podem ser medidos por meio de incrementos de renda nos vários segmentos da cadeia, decorrentes de aumentos de produtividade, redução de custos, expansão de áreas e agregação de valor. Excepcionalmente, nos casos de tecnologias que não possam ser medidas por tais indicadores, será necessário buscar outras opções metodológicas mais adequadas, a partir dos conceitos aqui apresentados.

### Aspectos conceituais

O método do excedente econômico apresenta vantagens sobre os métodos econométricos usados por Evenson e Cruz (1989), Avila e Evenson (1995) e Evenson e Avila (1995), porque permite uma mensuração mais evidente do excedente econômico gerado pela pesquisa e pelo fato de que os economistas dos centros da Embrapa já o conhecem. Propõe-se, portanto, a sua adoção neste novo e integrado esforço de avaliação de impactos.

O enfoque do excedente econômico permite que se estime o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior em que a oferta do produto era dependente da tecnologia tradicional. O cálculo da produção excedente é ilustrado na Fig. 1, representado pela área em azul. A estimativa utiliza os coeficientes de elasticidade de preço, da oferta e



**Fig. 1.** Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.



da demanda do produto avaliado, a taxa de deslocamento da curva de oferta resultante da adoção de inovações tecnológicas e os preços e as quantidades oferecidas.

Para calcular a área correspondente ao excedente econômico gerado pela pesquisa agropecuária, diversas fórmulas têm sido usadas, dependendo das hipóteses relativas às curvas de oferta e demanda. Hayami e Akino (1977), por exemplo, utilizaram a fórmula abaixo especificada, a qual foi também usada por Avila (1981) na avaliação do impacto econômico da pesquisa com arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

$$\frac{K P_m Q_m + P_m Q_m K (1 + \beta)^2}{2 (\beta + \eta)}$$

em que  $K$  = taxa de deslocamento da curva de oferta;  $P_m \times Q_m$  = valor anual da produção;  $\beta$  = elasticidade da demanda; e  $\eta$  = elasticidade da oferta<sup>2</sup>.

Nos estudos de avaliação de impacto, a taxa de deslocamento ( $K$ ) da curva de oferta tem sido calculada utilizando as diferenças de rendimento entre as tecnologias em uso e as tecnologias melhoradas criadas pela pesquisa e as respectivas taxas de adoção.

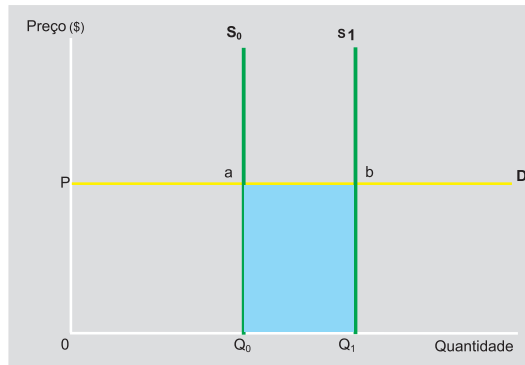
Com base em dados anuais da taxa  $K$ , dos preços e quantidades dos produtos envolvidos e da taxa de adoção, são estimados os benefícios ou excedentes econômicos anuais gerados pela pesquisa no período de análise. Na medida em que o fluxo de benefícios é relacionado com os custos da pesquisa, pode-se avaliar a rentabilidade dos investimentos, via taxa interna de retorno (TIR), relação benefício/custo (B/C) ou valor presente líquido (VPL).

Nas avaliações de impactos econômicos feitas na Embrapa, tem sido utilizada uma variante do conceito de excedente econômico para o cálculo dos benefícios, adotando-se hipóteses sobre as elasticidades da oferta e da demanda diferentes daquelas usadas na maioria dos demais estudos realizados com base em tal método.

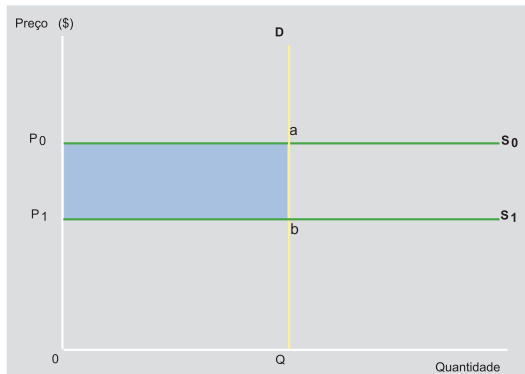
---

<sup>2</sup> Para mais detalhes e uso de diferentes opções de cálculo do excedente econômico, consultar o capítulo 4 do livro de Alston et al. (1995).

Essa hipótese, que foi adotada inicialmente por Tosterud et al. (1973) e depois por Kislev e Hoffmam (1978), apresenta duas variantes quanto às elasticidades de oferta, dependendo do tipo de impacto da inovação tecnológica: a) aumento de produção (rendimentos ou expansão de área) – curva de demanda (D) perfeitamente elástica e uma curva de oferta (S) vertical; e b) redução de custos – curvas de oferta horizontal e demanda vertical (Fig. 2 e 3).



**Fig. 2.** Excedente gerado pela adoção de inovações que aumentam a produção.



**Fig. 3.** Excedente gerado pela adoção de inovações que reduzem custos de produção.

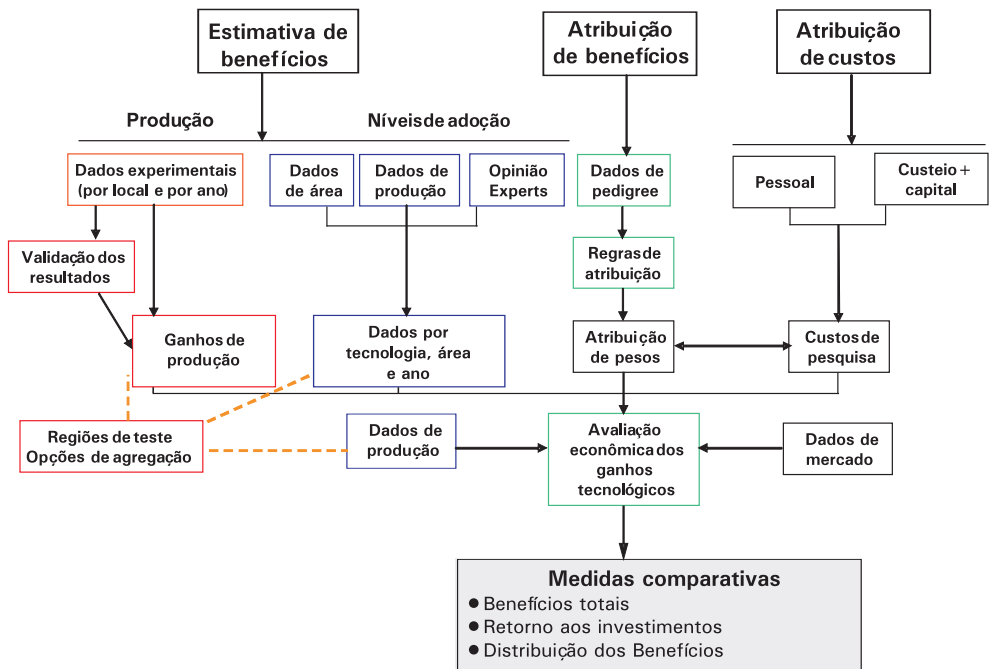
No caso de aumentos de produção (Fig. 1), o deslocamento da curva de oferta para a direita ( $S_m$ ), como consequência da adoção de resultados da pesquisa, não afeta o preço do produto ( $P_t = P_m$ ). Nesse caso, o deslocamento é feito ao longo de uma curva de demanda

horizontal. Já na outra hipótese (Fig. 2), insumos são poupados (redução de custos) e isso implica que a curva de oferta se desloca horizontalmente para baixo contra uma curva de demanda vertical (ALSTON et al. 1995).

Os excedentes econômicos gerados nas duas hipóteses mostradas nas Fig. 1 e 2 correspondem ao seguinte: aumento de produção –  $abQ_0Q_1$  e redução de custos –  $P_0aP_1b$ . A seguir, serão mostrados os procedimentos operacionais usados para calcular tanto esse excedente econômico quanto os custos, a taxa de retorno, etc.

### Aspectos operacionais

A seguir, são apresentadas as principais etapas de avaliação de impactos econômicos usando o enfoque do excedente econômico, conforme proposto por Tosterud et al. (1973) e Kislev e Hoffmam (1978), e adotado na maioria das avaliações anteriores da Embrapa. Essas etapas são resumidas no esquema metodológico apresentado na Fig. 4.



**Fig. 4.** Excedente econômico – esquema metodológico.

Fonte: adaptado do projeto Embrapa/IFPRI First Progress Report (Embrapa, 1999).

A utilização desses indicadores de impacto exige a identificação das tecnologias desenvolvidas e, sobretudo, dos sistemas de produção gerados e recomendados aos produtores ou industriais. O inventário das principais tecnologias e sistemas de produção já disponíveis deverá ser feito especificando as distintas regiões do País em que estão sendo adotadas.

Vale ressaltar, mais uma vez, que os procedimentos operacionais a seguir apresentados são, perfeitamente, válidos para os casos de tecnologias e produtos gerados pelos centros nacionais de produtos e ecorregionais. Para os casos de resultados gerados pelos centros temáticos, tais procedimentos devem ser adaptados ou até modificados. Entretanto, mesmo que seja de forma diferenciada ou indireta, todos os centros devem avaliar os impactos econômicos de seus resultados e buscar identificar evidências de que, no período 2004–2007 (atual PDU), tais resultados causaram melhorias para o agronegócio brasileiro.

## **Inventário e seleção de tecnologias**

Considerando que o impacto econômico do centro de pesquisa será avaliado a partir da quantificação dos benefícios das tecnologias ou “produtos” por ele gerados, deve-se, para tanto, levar em consideração os benefícios econômicos derivados do incremento dos rendimentos, da redução de custos de produção, da expansão da produção ou da agregação de valor.

Conforme estabelecido previamente, as tecnologias que serão selecionadas a partir do inventário devem se caracterizar pela geração de impactos em toda a cadeia produtiva, não se limitando ao nível do produtor rural ou da indústria. Em outras palavras, deve ser dada preferência a tecnologias que tenham impactos distribuídos diversificados ao longo da cadeia. A diversificação é exigida dado que também os impactos sociais e ambientais serão avaliados. Os centros de pesquisa deverão selecionar de 3 a 5 tecnologias geradas e que já foram transferidas.

No caso de uma determinada tecnologia gerada ser recomendada para uso conjunto com outra(s) tecnologia(s) do centro ou de outras instituições, ou ainda quando se verificar que não faz sentido avaliar isoladamente a tecnologia, ou não há maneira de ela ser

avaliada, deve ser selecionado todo o conjunto ou “pacote tecnológico” para fins de avaliação de impacto. Vale ressaltar que no caso de um pacote que envolva tecnologias de outras instituições, na mensuração dos impactos econômicos deve ser feita uma estimativa percentual dos benefícios atribuíveis a tal instituição (ver adiante neste capítulo a subseção Estimativa da participação Embrapa e dos parceiros).

## **Estimativa dos benefícios econômicos totais**

Adotando a hipótese de que a oferta agregada do produto agrícola é perfeitamente inelástica e a demanda perfeitamente elástica, os benefícios econômicos resultantes da pesquisa desenvolvida pelo centro de pesquisa serão medidos em termos dos benefícios econômicos adicionais médios, obtidos pelos produtores que adotaram cada uma das tecnologias selecionadas. Os benefícios são estimados comparando-se a nova tecnologia com a tecnologia anteriormente em uso ou “tradicional”, nos diversos segmentos da cadeia produtiva.

Os benefícios econômicos líquidos obtidos pelos produtores ou industriais serão calculados a partir de dados coletados no campo, isto é, os benefícios reais, e não os potenciais. Os resultados experimentais ou resultantes de ensaios regionais ou nacionais de competição de cultivares, de unidades demonstrativas, etc., deverão ser usados apenas como referência, para se evitar eventuais superestimações ou subestimações de benefícios.

Os benefícios serão estimados, anualmente, para cada uma das tecnologias selecionadas e expressos em termos monetários por unidade de área (hectare, em geral). Nos casos de tecnologias geradas para a área animal (métodos de controle, vacinas, etc.), os benefícios econômicos devem ser calculados tomando como unidade de medida o número de cabeças de animais beneficiadas com a inovação.

Nesse cálculo, deve-se atentar para o fato de que o impacto econômico real de qualquer tecnologia ou pacote tecnológico gerado por uma instituição de pesquisa e transferida aos produtores é, em geral, menor que o obtido quando na própria pesquisa. O produtor, além de apresentar em sua unidade de produção uma disponibilidade de recursos bastante limitada, e diferente da existente nas estações experimentais, adota a nova tecnologia adaptando-a em função de sua

experiência anterior, de sua taxa de aversão ao risco, dos recursos disponíveis e até da própria orientação recebida dos extensionistas de sua região, que nem sempre é a mesma da pesquisa.

O valor dos benefícios econômicos da pesquisa, estimado para o período de avaliação, pode ser calculado tanto em termos privados como sociais. No primeiro caso, os preços considerados são os de mercado; no segundo, os custos e benefícios são tomados levando em consideração os preços de referência ou “shadow prices” (preços de mercado, descontados os impostos, subsídios, etc.).

Cabe ressaltar que os impactos econômicos serão estimados e analisados ao longo da cadeia produtiva do produto que está usando a tecnologia gerada pelo centro da Embrapa e juntamente com os demais impactos (ambientais e sociais). Isso significa que os impactos devem ser identificados e medidos “antes”, “dentro” e “depois” da porteira. Portanto, os impactos deverão ser avaliados tendo por base o fluxograma da cadeia produtiva do produto em questão (ver exemplo no último capítulo deste documento).

Os economistas dos centros de pesquisa, de posse dessas informações sobre os impactos econômicos do uso das tecnologias selecionadas, comparativamente à tecnologia tradicional, poderão fazer análises tanto agregadas quanto por região, estado, etc. Entretanto, em tais análises, deve ser considerado que os benefícios estimados até essa etapa são totais e que não se descontaram os benefícios atribuídos a parceiros. A próxima seção trata desse assunto.

## **Estimativa da participação Embrapa e dos parceiros**

No processo de quantificação dos impactos econômicos reais, é fundamental a estimativa da participação da instituição e de seus parceiros nos benefícios. Essa estimativa deve ser feita para cada tecnologia ou sistema selecionado para fins de avaliação, mas que tenham tido a participação de outras instituições de pesquisa, ensino e transferência nos processos de geração, adaptação e transferência. Com isso, evita-se atribuir à pesquisa benefícios que na realidade deveriam ser atribuídos a outras instituições.

É recomendável que tal estimativa seja feita com base em informações dos pesquisadores que geraram as diversas tecnologias (da própria instituição e de parceiros). Eles podem estimar, em termos

percentuais, o papel de todas as instituições que participaram na geração ou adaptação de cada uma das tecnologias e, dessa forma, estabelecer a participação líquida da instituição sob avaliação. Nesse processo, deve-se também considerar a participação da assistência técnica e extensão rural quando ela for expressiva, especialmente na validação e transferência das tecnologias.

Apesar da relativa subjetividade desse procedimento, dado que ele pode introduzir vieses na referida estimativa de benefícios, deve-se descontar do montante de benefícios obtido aquele correspondente a essas instituições, especialmente quando existe um alto grau de intercâmbio durante o período sob avaliação, como o envolvimento de organismos nacionais (Universidades, Oepas, ONGs, etc.) e centros internacionais de pesquisa agrícola (Ciat, Irri, Cimmyt, etc.).

No caso do estudo piloto de avaliação de impacto econômico no contexto comparativo, que foi feito junto com o Ifpri (IFPRI; EMBRAPA, 1998), envolvendo três centros de pesquisa, a distribuição de benefícios do programa de melhoramento usa também uma estimativa subjetiva baseada na participação de parceiros no desenvolvimento de cultivares, de acordo com o descrito acima.

Entretanto, os autores refinaram tal procedimento de distribuição dos ganhos entre parceiros ao usarem adicionalmente o procedimento proposto por Pardey et al. (1996), que é baseado no pedigree de cada uma das cultivares em estudo (origem). No estudo citado, os autores usaram o pedigree de cultivares de trigo e arroz cultivadas nos Estados Unidos, para estimar os impactos econômicos (benefícios) da pesquisa em melhoramento dos centros internacionais de pesquisa de arroz (Irri) e de trigo (Cimmyt), vinculados ao Cgiar, naquele país.

Esse procedimento metodológico para rateio dos benefícios proposto por Pardey et al. (1996) poderá ser usado na Embrapa nos casos em que a tecnologia selecionada pela Unidade para fins de avaliação de impacto for uma cultivar.

Entretanto, vale ressaltar que o uso do pedigree deverá ser feito de forma combinada com o outro procedimento que estima subjetivamente (consulta a pesquisadores da Embrapa e parceiros) a participação das instituições, uma vez que nem todo trabalho dos parceiros no desenvolvimento de uma determinada tecnologia, mesmo em programas de melhoramento, aparece no pedigree. É o caso, por exemplo,

dos trabalhos de desenvolvimento de cultivares na Embrapa em que as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas) participam do programa, mas, geralmente, não têm nenhuma cultivar como ancestral daquelas cultivares. Se em uma avaliação de impacto usássemos, como critério de distribuição, apenas o pedigree, as Oepas, na maioria dos casos, não receberiam nenhum benefício na distribuição deles.

## **Estimativa das taxas de adoção**

A adoção de uma nova tecnologia pelo produtor ou industrial é um processo bastante complexo, em que atuam diversos fatores que afetam tanto o grau de adoção (uso integral ou parcial da tecnologia ou sistema) quanto a taxa de adoção (uso total ou parcial da superfície cultivada potencial, no caso de produtores rurais). Além disso, determinados fatores podem mudar de um ano para outro, favorecendo ou dificultando a adoção de uma dada inovação.

No processo de adoção tecnológica, deve-se considerar que, em qualquer região agrícola, existem produtores líderes, que exercem grande influência sobre os demais e que, portanto, podem acelerar ou impedir o processo de transferência de uma nova tecnologia.

Para medir os impactos econômicos reais de cada uma das tecnologias selecionadas e já adotadas pelos produtores ou industriais e suas respectivas taxas de adoção, devem ser utilizados informantes qualificados, ou seja, técnicos com experiência na transferência da tecnologia ou na assistência a produtores (extensionistas e assessores técnicos privados, por exemplo).

Caberá ao informante qualificado fazer esse levantamento com o produtor (“dentro da porteira”), no caso de tecnologias de produção agrícola ou animal, em termos de hectares cultivados com a tecnologia ou cabeças beneficiadas. No caso de novos insumos, tecnologias de pós-colheita e de processamento industrial, por exemplo, que tenham impactos em outros segmentos (“antes ou depois da porteira”), o informante buscará levantar informações diretamente nos segmentos onde está havendo impacto (indústrias e supermercados, por exemplo). Nesse caso, a unidade de medida pode ser, por exemplo, rendimento industrial.

As estimativas de taxa de adoção de cada uma das tecnologias selecionadas deverão ser feitas para cada ano do período de execução do PDU (2004–2007).



## **Estimativa dos benefícios da Embrapa**

De posse dos dados fornecidos pelos informantes qualificados (impactos econômicos reais e taxas de adoção), e depois de deduzidos os benefícios atribuídos a parceiros, deverá ser estimado o total de benefícios econômicos gerados pela Embrapa, tanto para cada uma das tecnologias selecionadas quanto para seu conjunto.

Os valores dos benefícios econômicos gerados num dado ano poderão servir de referência para uma comparação da Unidade com ela mesma, caso se queira comparar seus benefícios num dado ano no futuro. Para fins de comparação, os benefícios anuais estimados serão corrigidos a preços do ano base, de acordo com o índice de preços correspondente (IGP-DI, em princípio).

Ao final do período de comparação (período do PDU, por exemplo), espera-se que a Unidade possa apresentar benefícios econômicos superiores àqueles apresentados no início do processo de avaliação. Ocorrendo tal crescimento, isso indica que ela melhorará seu Índice de Desempenho Institucional (IDI) no contexto do SAU. Os resultados também servirão para o processo de avaliação de impacto dos planos estratégicos, conforme previsto no Sistema de Informação para Decisão Estratégica (Side), em processo de implantação na Empresa sob a liderança da SGE.

## **Custos da pesquisa**

Os custos dos investimentos em pesquisa estão disponíveis nos setores de orçamento e finanças dos centros de pesquisa e no Departamento de Administração Financeira (DAF), na sede da Empresa. Vale esclarecer que os custos atualmente disponíveis são agregados (todo o centro, desde a sua criação), não existindo os custos desagregados por projeto, atividade ou tecnologia. Somente a partir da implantação do sistema de custos em andamento na Embrapa é que os custos desagregados estarão disponíveis.

A situação de custos se complica na Embrapa quando existe a necessidade de desagregação, no caso, por exemplo, de uma avaliação de impacto de uma determinada tecnologia. No caso de uma avaliação desagregada, uma avaliação parcial de uma dada tecnologia (produto da área de melhoramento genético de um centro, por exemplo), a quantificação é difícil. Existe uma série de gastos gerais da pesquisa para os quais nem sempre é possível separar bem os gastos com uma tecnologia específica que permita fazer seu rateio.

Em recente estudo de avaliação de impactos do programa de melhoramento de soja, desenvolvido por Almeida et al. (1999), esse rateio foi feito com base na distribuição do tempo dos pesquisadores aos trabalhos de melhoramento genético. No estudo piloto de avaliação de impacto econômico no contexto comparativo, feito com o Ifpri (IFPRI/ Embrapa, 1998), envolvendo três centros de pesquisa, o rateio também baseia-se no tempo dedicado pela equipe envolvida em melhoramento, mas inclui um rateio do centro dos custos da sede da Empresa e do centro de recursos genéticos e biotecnologia (PARDEY et al., 2004).

Na estimativa dos custos de uma determinada tecnologia, devem ser levados em conta não só as despesas de pessoal, mas as de outros custeios e de depreciação do capital usado para gerar tal tecnologia. Devem ser consideradas também as despesas com a administração do centro de pesquisa (custos fixos) e as de transferência de tecnologia, estas últimas, em sua maioria, feitas depois que o produto é lançado e o projeto encerrado.

As principais orientações para uma estimativa dos custos de uma dada tecnologia são:

a) Custos de Pessoal – Referem-se à remuneração anual bruta mais encargos sociais do pessoal envolvido na geração e na transferência da tecnologia.

**Nota:** devem ser consideradas as despesas proporcionalmente ao tempo que cada um dedicou, a cada ano, à geração da tecnologia.

b) Custeio da Pesquisa – Refere-se aos gastos anuais com a geração da tecnologia (exceto pessoal), estimados com base no orçamento dos subprojetos ou planos de ação.

**Nota:** os custos de operação são geralmente divididos por diversos projetos de pesquisa, devendo, dessa forma, ser levada em consideração a parcela gasta pela pesquisa que está sendo avaliada. No caso, por exemplo, do combustível utilizado, energia elétrica, produtos de laboratório e de campos experimentais, ratear os gastos proporcionalmente.

c) Depreciação de Capital – Corresponde à depreciação anual de todos os bens do centro de pesquisa, distribuída segundo a participação da tecnologia no esforço de pesquisa do centro. Em geral, essa distribuição é feita com base no valor dos gastos de custeio ou de pessoal.

**Nota:** o valor total da depreciação de capital de cada centro de pesquisa é anualmente calculado no contexto do SAU (Sapre). Use tal valor como referência.

d) Custos de Administração – Referem-se a uma parcela dos custos fixos (custos indiretos) que são atribuídos à tecnologia. Nesse item, devem ser incluídos: o custeio com pessoal ligado à administração, os custos dos setores de campos experimentais e máquinas agrícolas e o custeio geral do centro (vigilância, limpeza, telefone, energia, xerografia, combustíveis, correio, etc.). Esses custos também devem ser rateados de acordo com o esforço total de pesquisa do centro de pesquisa, ou seja, em função dos gastos de custeio ou de pessoal.

e) Custos de Transferência Tecnológica – São os custos realizados pelo centro de pesquisa para difundir e viabilizar a adoção da tecnologia sob avaliação. Considera-se dentro desses custos os seguintes itens: elaboração de circulares ou *folders*, cursos, palestras, dias de campo, seminários, visitas, unidades de observação ou demonstrativas, etc.

**Nota:** devem ser considerados apenas os custos realizados depois de concluído o projeto e, portanto, não incluídos no item b (custeio da pesquisa).

No processo de estimativa do fluxo total de custos, deve-se ter especial cuidado quanto à participação de outras instituições no processo de geração tecnológica. Os custos dessa participação “externa” devem ser incluídos no fluxo de custos quando ela é realmente efetiva, a menos que dos benefícios esteja sendo excluída tal participação.

## **Estimativa dos benefícios econômicos líquidos**

Na elaboração do fluxo de benefícios líquidos (benefícios menos custos), um ponto crítico é a determinação do espaço de tempo que deve ser estabelecido entre a inversão inicial e a obtenção dos primeiros resultados dessa inversão. A literatura recomenda um retardamento mínimo de 3 anos, significando que o fluxo de benefícios líquidos será negativo nos primeiros anos. Em geral, os benefícios em longo prazo superam as inversões realizadas em pesquisa, fazendo que o fluxo seja positivo no período de avaliação.

É importante ressaltar que qualquer erro na quantificação do fluxo de benefícios líquidos pode subestimar ou superestimar a taxa de retorno das inversões realizadas. As diferentes estimativas de taxas de retorno de inversões em pesquisa agropecuária têm usado o fluxo de benefícios líquidos da pesquisa durante o período de avaliação, o qual é, em geral, projetado por mais de 10 ou 15 anos.

## Estimativa da rentabilidade dos investimentos

A avaliação da rentabilidade dos investimentos em cada Unidade poderá ser feita ao final do período, caso tenham sido levantados todos os custos e benefícios das tecnologias selecionadas. De posse de tais dados, a avaliação de rentabilidade dos investimentos realizados poderá ser feita com o uso da taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício/custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL). A seguir, são apresentadas as fórmulas para o cálculo de tais indicadores de rentabilidade.

### a) Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é um dos métodos mais utilizados para estimar as taxas de retorno das inversões em pesquisa. É a taxa  $r$  que, quando aplicada a um dado fluxo de benefícios ( $B_t$ ,  $C_t$ , neste caso), será igual a zero.

A taxa interna de retorno deverá ser superior ou igual ao custo de oportunidade de outros gastos na economia, para que a inversão em pesquisa seja considerada rentável.

### b) Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Líquido Atualizado ou Valor Atual Líquido, é definido como benefício econômico gerado pela instituição, estação ou programa ( $B_t$ ), menos o custo do programa ( $C_t$ ), atualizados à taxa de desconto usada no mercado. Em geral, nas avaliações se calcula o VPL para várias taxas de juros, de acordo com as taxas praticadas pelo mercado financeiro, que normalmente se situam entre 6 %, 8 %, 10 % e 12 %.

### c) Relação Benefício/Custo (B/C)

A Relação Benefício/Custo (B/C) é a divisão do Benefício Econômico ou Social Total ( $B_t$ ) pelo Custo ( $C_t$ ), atualizados a uma mesma taxa de desconto.

## Orientações gerais

As avaliações de impactos das tecnologias realizadas no período 2001–2004 foram uma importante experiência para todas as Unidades da Embrapa, sendo o aprimoramento dos relatórios claramente observado a cada ano. Do ponto de vista da SGE, responsável pelas análises das

avaliações, incluindo a equipe que trabalha os aspectos metodológicos, a partir desta experiência acumulada foi possível, por exemplo, aperfeiçoar as metodologias de avaliação e trabalhar para que futuras avaliações possam, cada vez mais, refletir os resultados da pesquisa. Este item é resultado das análises dos relatórios de avaliação, realizadas nos últimos 4 anos, e tem como objetivo esclarecer algumas questões freqüentemente verificadas nas avaliações de impactos econômicos e estimativas de custos.

Grande parte dos problemas verificados nas avaliações de impactos econômicos encontram-se nos dados apresentados nas tabelas utilizadas para estimar os benefícios econômicos. Não se questiona aqui a qualidade das informações propriamente ditas, mas alguns detalhes que podem fazer diferença no resultado final ou levar ao questionamento quanto à exatidão dos dados. Os principais problemas nesse sentido são:

a) Rendimentos constantes

Em algumas avaliações, consideram-se os valores apresentados nas colunas rendimentos/renda/custo<sup>3</sup> da tecnologia em avaliação ou da tecnologia “testemunha” como constantes no decorrer dos anos. Acredita-se que em situações normais esses valores sofram alterações, ainda que pequenas, com o passar dos anos, pois são muitos os fatores que determinam a produtividade, custo ou renda de uma determinada cultivar, por exemplo. Também recomenda-se a comparação da tecnologia em avaliação com a melhor “opção” de tecnologia disponível aos produtores, e esse também é um fator que pode ser alterado de um ano para o outro.

b) Preços constantes

Assim como no item anterior, em algumas avaliações os preços unitários (tabelas “Incremento de produtividade”) são considerados constantes na série de anos apresentada. Recomenda-se verificar em órgãos ou instituições especializados (FGV, Conab, etc.) os preços, ano a ano, dos produtos da tecnologia em avaliação.

c) Rendimentos da mesma tecnologia

Um problema verificado com menor freqüência, mas que também merece atenção, é a ausência de comparação dos rendimentos

---

<sup>3</sup> Rendimento no caso de tecnologias que apresentam benefícios estimados por meio das tabelas “Incremento de produtividade”; renda nas tabelas “Expansão da produção” e “Agregação de valor”; e custos nas tabelas “Redução de Custo”.

da tecnologia em avaliação com os rendimentos de alguma variedade testemunha. Nesses casos, na coluna “rendimento anterior” (tabelas “Incremento de produtividade”) apresentam-se os valores estimados para a mesma tecnologia no ano anterior, comparando, dessa forma, não tecnologias diferentes, mas a produtividade da mesma tecnologia em anos diferentes. A análise é incorreta para fins de avaliação de impactos, porque não há comparação entre as situações “com a pesquisa” e “sem a pesquisa”.

#### d) Participação superestimada da Embrapa

Apesar de apresentar um certo grau de subjetividade, recomenda-se fortemente que não se considere como 100 % a participação Embrapa nos benefícios econômicos estimados. A subseção Estimativa da participação Embrapa e dos parceiros deste capítulo proporciona elementos e uma série de considerações que deveriam ser discutidos pela equipe na elaboração das avaliações de impactos econômicos.

#### e) Ajustes nos custos

Em relação à estimativa dos custos das tecnologias, alguns pontos são relevantes. Até 2003, as informações apresentadas eram de difícil análise porque não havia uma padronização na forma de informar os custos da tecnologia. Quando a tabela de estimativa de custos foi incluída nos relatórios, este problema diminuiu significativamente.

É importante ressaltar que os custos devem ser considerados desde o início do projeto de pesquisa e não somente a partir do ano de lançamento ou de início da adoção da tecnologia. Apesar de difícil, o resgate desses custos é muito importante para posterior estimativa da rentabilidade dos investimentos da pesquisa.

Assim como nas tabelas utilizadas para estimar os benefícios da pesquisa, na tabela de custos, dificilmente, em condições normais, seria possível uma situação com séries anuais inteiras com valores constantes. Sabe-se que o tempo de dedicação dos pesquisadores e técnicos, e muitas vezes até mesmo do pessoal envolvido no desenvolvimento e transferência de uma tecnologia, varia. Isso tornaria pouco provável a ocorrência, por exemplo, de valores constantes na coluna “custos de pessoal” da tabela de estimativa de custos. Da mesma forma, os preços e a própria frequência na utilização dos insumos variam, o que também impediria que o “custeio da pesquisa” permanecesse inalterado ao longo dos anos.

Enfim, admite-se que é difícil resgatar todos os custos referentes ao desenvolvimento de uma determinada tecnologia e sabe-se também que a própria Embrapa nem sempre tem condições de ajudar efetivamente nesse sentido. Dessa forma, recomenda-se que, na medida do possível, a estimativa de custos seja feita com cuidado, para que as dificuldades não se reflitam na imprecisão dos dados.

## **Estratégia de ação**

Para operacionalizar as estimativas dos impactos econômicos das tecnologias Embrapa selecionadas para fins de atendimento do SAU, do Balanço Social e do Side, conforme proposto na seção anterior, apresenta-se no Anexo 1 o formulário usado no processo de coleta de dados e cálculo de tais impactos, segundo os diferentes tipos: incrementos de produtividade, redução de custos, expansão de área e agregação de valor.

A estratégia utilizada para avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa envolve duas etapas. Primeiramente, são definidas as tecnologias a serem avaliadas sob as diversas dimensões, quais sejam, econômica, social e ambiental. Somente são avaliadas tecnologias que já estão sendo adotadas a, pelo menos, 4 ou 5 anos. Tal medida é importante para que se possa conhecer e analisar a trajetória de adoção da tecnologia. A partir dessa informação, pode-se verificar se a tecnologia tem aumentado sua participação no mercado ou se vem sendo substituída.

A etapa de coleta de dados também apresenta algumas particularidades importantes para que a avaliação possa ser a mais realista possível. Os pesquisadores fazem um levantamento a fim de verificar: a) a área de abrangência, mais precisamente em quais municípios ou regiões cada tecnologia em avaliação está sendo adotada e b) o perfil de usuário de cada uma delas – se são produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e ou produtores patrimoniais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado). A partir dessas informações, define-se uma amostra com cerca de 10 produtores a serem entrevistados, englobando, sempre que possível, os dois perfis e, preferencialmente, em municípios diferentes.

No caso da avaliação dos outros impactos de cada tecnologia – conhecimento, capacitação e político-institucional –, não há uma

mensuração usando um método específico, apenas exige-se que sejam apresentadas evidências de impacto, conforme detalhado no capítulo Avaliação de Impactos sobre o Conhecimento, sobre a Capacitação e de Impacto Político-institucional da Pesquisa da Embrapa. Já para facilitar o processo de coleta, organização, análise e preparação dos relatórios anuais de avaliação de impactos, é apresentado no Anexo 2 o modelo onde estão ordenados os diversos componentes de tal relatório – caracterização da tecnologia, descrição sucinta da cadeia, estimativa e análise dos impactos (econômicos, sociais, ambientais e de avanço do conhecimento, capacitação e político-institucionais), avaliação agregada na cadeia e conclusões.

## Referências

ALMEIDA, F. A.; WETZEL, C.; AVILA, A. F. D. **Impacto das cultivares de soja da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento**. Brasília, DF: Embrapa-SEA, 1999. p. 5-54. (Texto para Discussão, 3).

ALMEIDA, F. A.; YOKOYAMA, L. P. **Impacto das cultivares de arroz de terras altas da Embrapa e rentabilidade dos investimento em melhoramento de plantas**. Santo Antonio de Goias: Embrapa Arroz e Feijao, 2000. 56 p. (Embrapa Arroz e Feijao. Documentos, 111).

ALSTON, J. M.; NORTON, G. W. 7 PARDEY, P.G. **Science under Scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting**. Ithaca: Cornell University Press, 1995. 585 p.

AMBROSI, I.; CRUZ, E. R. da. **Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. 27 p.

AMBROSI, I. **Avaliação socioeconômica dos recursos aplicados na Embrapa Trigo no período 1986-99**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. (Embrapa Trigo. Documentos, 21).

AVILA A. F. D. Evaluation de la recherche agronomique au Bresil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul. Montpellier: Fact. de Droit et des Sci. Econ., 1981. Thesis de Doctorat.

AVILA, A. F. D.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. R. Impactos economicos, sociais e ambientais dos investimetnos da Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, Ano XIV, n. 24, out./nov./dez., 2005. (no prelo).

AVILA, A. F. D.; BORGES-ANDRADE, J. E.; IRIAS, L. J. M.; QUIRINO, T. R. **Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA**. Brasília, DF: EMBRAPA-DID, 1983, 70p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 4; EMBRAPA-DRH. Documentos, 17).

AVILA, A. F. D.; IRIAS, L. J. M.; VELOSO, R. F. **Avaliação dos impactos socioeconômicos do Projeto PROCENSUL I - EMBRAPA/BID**. Brasília, DF: EMBRAPA/DEP, 1984. 58 p. (EMBRAPA-DEP. Documentos,17).



AVILA, A. F. D.; EVENSON; R. E. Total Factor Productivity Growth in Brazilian Agriculture and the Role of Agricultural Research. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1995, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: SOBER, 1995. v. 1 p. 631-657.

AVILA, A. F. D. **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais da Pesquisa da Embrapa.: Metodologia de Referência.** Brasília, DF: Embrapa-Secretaria de Administração Estratégica, 2001. 132 p.

AYER, H. W.; SCHUH G. E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. **American Journal Of Agricultural Economics**, Lexington, v. 54, n. 4, p. 557-69, 1972.

BARBOSA, M. M. T. L.; CRUZ, E. R.da; AVILA, A. F. D. Benefícios sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Uma reavaliação. In: YEGANIANTZ, L. (Org.). **Pesquisa Agropecuária: questionamentos, consolidação e perspectivas.** Brasília, DF: EMBRAPA-DEP, 1988a. p. 339-52. (EMBRAPA - DEP. Documentos, 35).

BARBOSA, M. M. T. L.; MOTTA, M. M.; AVILA, A. F. D. **Projeto II Embrapa/BIRD: relatório final: avaliação socioeconômica.** Brasília, DF: EMBRAPA-SEP-CPL., 1988b. 276 p.

BONELLI, R.; PESSÔA, E. de P. **O papel do Estado na pesquisa agrícola no Brasil.** Rio de Janeiro: IPEA, 1998. 40 p. (Texto para Discussão, 576).

CANÇADO JÚNIOR, F. L.; LIMA, J. E.; RUFINO, J. L. S. Retorno dos Investimentos em Pesquisa na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG. **Revista de Economia Rural**, Brasília, DF, v. 38, p. 4, p. 53-74, out./dez. 2000.

CRUZ, E. R. da; PALMA, V.; AVILA, A. F. D. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico Brasília, DF: EMBRAPA/DDM, 1982. 48 p. (EMBRAPA/DDM. Documentos, 19).

CRUZ, E. R.da; AVILA, A. F. D. **Retorno dos investimentos em pesquisa agropecuária na área de abrangência do Projeto I EMBRAPA/BIRD.** Brasília, EMBRAPA, 1985. 19 p.

CRUZ, E. R.; AVILA, A. F. D. Technology Spillover in the IICA/PROCISUR Region: The case of Brazil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 11., 1989, Fortaleza. **Anais...** São Paulo: SBE, 1989. p. 127 - 156

DOSSA, D.; CONTINI, E. Avaliação sócio-econômica de algumas tecnologias gerdas pelo CNPSoja, de 1987 a 1993. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 32., Brasília, 1994. **Anais ...** Brasília, DF: SOBER, 1994. v. 3, p. 186-202.

EVENSON, R. E. Observations of Brazilian agricultural research and productivity. **Revista de Economia Rural**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 367-401, 1982.

EVENSON, R. E.; CRUZ, E. R.da. **The impacts of technology PROCISUR Program: am international study.** New Haven: IICA: BID: PROCISUR, 1989. 70 p.

EVENSON, R. E.; AVILA, A. F. D. Productivity Change in the Brazilian Grain Sector and Agricultural Research Role. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 34, n. 2; p. 93-109, 1995.

FONSECA, M. A. S. **Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café.** Piracicaba: ESALQ-USP, 1976, 149 p. Tese de Mestrado.

GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M.; REZENDE, J. V. de. Pesquisa e produção de alimentos: O caso do arroz em S.Paulo. In: **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 171-199, 1989.

HAYAMI, Y.; AKINO, M. Organization and productivity of agricultural research system in Japan. In: ARNDT, T. M.; DALRYMPLE, D. G.; RUTTAN, V. M. (Ed.). **Resource allocation and productivity in national and international agricultural research.** Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977. p. 29-59.

IFPRI; Embrapa. **Economic evaluation of Embrapa's research in international and global context:** an institutional and programatic technology assessment approach: joint proposal. Washington, DC, 1998.

KAHN, A. S.; SOUZA, J. da S. Taxa de retorno social de investimentos em pesquisa na cultura da mandioca no Nordeste. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 29, n. 4; p. 411-26, 1991.

KISLEV, Y.; HOFFMAN, M. Research and productivity in wheat in Israel. **Journal Development Studies.** London, v. 14, p. 166-81, 1978.

KITAMURA, P. C.; SOUZA, A.; CONTO, A.; RODRIGUES, F. M.; OLIVEIRA, J.; REZENDE, J. C.; VILELA, N.; TINOCO, P.; ALVES, P. M.; BRAGA, R.; CARVALHO, R. A. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da Embrapa:** Região Amazônica. Brasília, DF: Embrapa-DPU, 1989, 57 p. (Embrapa SEP. Documentos,38).

LANZER, E. A.; AMBROSI, I.; DOSSA, D.; FREIRE, L. M.; GIROTTO, A.; HOEFELICH, V.; REIS, P.; OSÓRIO, V. F.; PORTO, V. H. F.; SOUZA, S. X.; TRINDADE, A. M. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da Embrapa:** Região Sul. Brasília, Embrapa-DPU, 1989, 40 p. (Embrapa SEP. Documentos, 45).

MONTEIRO, A. **Avaliação econômica da pesquisa e extensão agrícola:** o caso do cacau no Brasil. Viçosa: UFV, 1975. 78 p. Tese de Mestrado.

MONTEIRO, A. Avaliação econômica da pesquisa, ensino e extensão agrícolas desenvolvidas pela CEPLAC nos estados da Bahia e Espírito Santo no período 1957 a 1984. **Revista Theobroma**, Itabuna, v. 15, n. 40, p. 191-206, 1985.

MORICCHI, I. **Pesquisa e assistência técnica na citricultura: custos e retornos sociais.** Piracicaba: ESALQ-USP, 1980. 84 p. Tese de Mestrado.

OLIVEIRA, J. A. M.; SANTOS, R. F. dos. Retorno econômico de tecnologias geradas e adaptadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 35., 1997, Natal. **Anais...** Brasília, DF: Hexa, 1997. v. 1, p. 1252-1270.

PARDEY, P. G.; ALSTON, J.; CHRISTIAN, J. E.; FAN, S. **Hidden harvest:** US Benefits from International Research Aid. IFPRI: Washington, 1996. 15 p.

PARDEY, P.; ALSTON, J. M.; CHAN-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; VOSTI, S. A. Assessing and attributing the benefits from varietal improvement research in Brazil. Washington: International Food Policy Research Institute, 2004. 90 p. (Research Report, 136).

PEREIRA, R. M. P. G.; SANTOS, R. F. dos Análise dos benefícios econômicos das tecnologias da Embrapa Algodão: 1976-1996. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36, 1998, Poços de Caldas. Agronegócio-Quo Vadis? **Anais...** Viçosa: Agromídia Software, 1998. v. 1, p. 1-8

RIBEIRO, J. L. Retornos a investimentos em pesquisa agropecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 8, n. 93, p. 39-44, 1982.

ROESSING, A. C. **Taxa interna de retorno dos investimentos em pesquisa de soja**. Londrina: Embrapa 1984. 37 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 6).

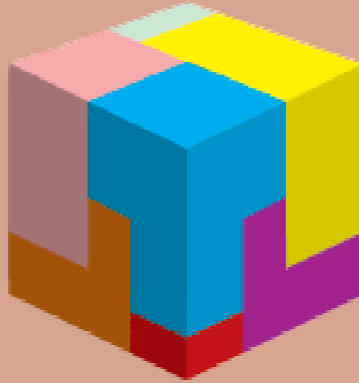
SANTOS, R. F.; CALEGAR, G.; SILVA, V.; BARROS, M. A.; LIMA, J. O.; MOTTA, J.; Líquido, J. S. **Avaliação socioeconômica das pesquisas da Embrapa na região nordeste**. Brasília, Embrapa-SEP, 1989. 45 p. (Embrapa SEP. Documentos, 37).

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L. **Retorno econômico de tecnologias geradas e adaptadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1989. 20 p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 37).

TEIXEIRA, S. M.; GOMES, G.C.; COSTA, F.P.; SANTANA, E. P.; MACHADO, A M.; SANTOS, N. A KRUKER, J. M.; CORADIN, L., VIEIRA, R. C. **Avaliação socioeconômica das pesquisas da Embrapa na Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Embrapa-DPL, 1990. 96 p. (EMBRAPA DPL, Documentos,09).

TOSTERUD, R. J.; GILSON, J. C. HANNAH, A. E.; STEFANSSON, B. R. Benefit-cost evaluation of research relating to the development of selkirk wheat and target rapeseed. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 1., 1971, Manitoba. **Proceedings...** Manitoba: Department of Agricultural Economics: University of Manitoba, 1973. v. 1, p. 149 199 (Occasional Series, 4).

VILELA, N. J.; MORELLI, J. B.; MAKISHIMA, N. **Impactos socioeconômicos da pesquisa da cenoura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-CNPH, 1997. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 11).



# Avaliação dos impactos sociais de tecnologias agropecuárias

Geraldo Stachetti Rodrigues





# Avaliação dos impactos sociais de tecnologias agropecuárias

Geraldo Stachetti Rodrigues

Este capítulo é composto de duas seções, uma que trata da avaliação de impactos segundo o modelo, componentes e indicadores do Ambitec-Social (RODRIGUES et al., 2005) e a outra que apresenta as orientações gerais para a estimação dos empregos gerados pelas tecnologias Embrapa.

## Introdução

A dimensão social é parte indissociável das metodologias desenvolvidas para avaliação de impactos ambientais (AIAs), seja de projetos de desenvolvimento, programas ou políticas, seja de atividades produtivas em estabelecimentos rurais (RODRIGUES et al., 2000; RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES et al., 2003c; PAULINO et al., 2003). Avaliações de impacto são também aplicadas a inovações tecnológicas para instruir o desenvolvimento, indicação, transferência e adoção tecnológica (RODRIGUES, 1998; RODRIGUES et al., 2002; RODRIGUES et al., 2003a,b; IRIAS et al., 2004a, b).

O objetivo do presente texto é apresentar um método para avaliar os impactos sociais de inovações tecnológicas agropecuárias, analisando aspectos ligados a alterações na satisfação de necessidades básicas e ao comprometimento com a melhoria da qualidade de vida de pessoas vinculadas às atividades rurais transformadas pela adoção de inovações tecnológicas. O sistema de avaliação de impacto social de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Social), apresentado neste texto, visa a auxiliar as instituições de P&D agropecuários na avaliação dos projetos de pesquisa, bem como os produtores rurais e os tomadores de decisão na escolha de melhores opções de práticas, formas de manejo e tecnologias voltadas ao desenvolvimento sustentável de atividades rurais.

## Sistema de avaliação de impacto social de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Social)<sup>1</sup>

O Sistema de Avaliação de Impacto Social de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Social) consiste de um conjunto de planilhas eletrônicas que integram 14 indicadores da contribuição de uma dada inovação tecnológica agropecuária para o bem-estar social, no âmbito de um estabelecimento rural.

Os resultados da avaliação permitem, ao produtor/administrador, averiguar quais impactos da tecnologia podem estar desconformes com seus objetivos de bem-estar social. Ao tomador de decisões, as avaliações permitem a indicação de medidas de fomento ou controle da adoção da tecnologia, segundo planos de desenvolvimento local sustentável, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação, seleção e transferência de tecnologias agropecuárias.

### Considerações metodológicas

A construção do sistema Ambitec-Social 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 *ex-ante* da contribuição de uma inovação tecnológica para o desempenho ambiental da atividade agropecuária. O conjunto de indicadores foi organizado em um sistema de matrizes escalares (RODRIGUES, 1998) para avaliação de impacto ecológico (Ambitec-Agro), formulado para a avaliação *ex-post* de inovações tecnológicas adotadas pelos produtores rurais ou disponíveis para transferência (IRIAS et al., 2004b). 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 (Ambitec-Agricultura); a produção animal, com base de avaliação centrada em unidades animais (Ambitec-Produção Animal); e a agroindústria (Ambitec-Agroindústria), com base de avaliação direcionada ao estabelecimento agroindustrial (IRIAS et al., 2004a).

---

<sup>1</sup> Capítulo baseado no documento elaborado pelo mesmo pesquisador junto com Clayton Campanhola, Paulo Kitamura, Luis José Maria Irias e Isis Rodrigues e publicado na série **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** da Embrapa Meio Ambiente (RODRIGUES, 2005) – Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf2.php3?tipo=bo#71](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf2.php3?tipo=bo#71)>.

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

A segunda etapa trata da aplicação dos questionários em entrevistas individuais com os adotantes selecionados e da inserção dos dados sobre os indicadores de impacto em planilhas eletrônicas componentes do sistema (plataforma MS-Excel®). Com isso, obtêm-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregados de impacto social da tecnologia selecionada, expressos graficamente. No caso da aplicação do sistema para a avaliação *ex-ante* de projetos, os questionários seriam dirigidos aos pesquisadores da equipe e aos técnicos da área social, podendo auxiliar, inclusive, os avaliadores de projetos no âmbito institucional.

A terceira etapa é de análise e interpretação desses índices e indicação de alternativas de manejo e de tecnologias que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

O Ambitec-Social consiste de um conjunto de 14 indicadores, explicativos dos impactos sociais resultantes da adoção de uma dada inovação tecnológica, aplicada a uma atividade produtiva, no âmbito de um estabelecimento rural. Esses indicadores são agrupados em quatro aspectos de consideração, quais sejam: i) Emprego, ii) Renda, iii) Saúde e iv) Gestão e Administração (Fig. 1).

A aplicação do sistema Ambitec envolve uma entrevista/vistoria conduzida pelo usuário do sistema e aplicada ao adotante/responsável da atividade rural modificada pela inovação tecnológica. A entrevista deve ser dirigida à obtenção do coeficiente de alteração do componente, para cada um dos indicadores de impacto, conforme avaliação do adotante/responsável, especificamente em consequência da aplicação da tecnologia à atividade, na situação vigente.

A inserção desses coeficientes de alteração do componente, diretamente nas matrizes e seqüencialmente nas planilhas<sup>2</sup>, resulta na expressão automática do coeficiente de impacto social da tecnologia,

---

<sup>2</sup> As planilhas componentes do Sistema Ambitec-Social podem ser obtidas em <http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>



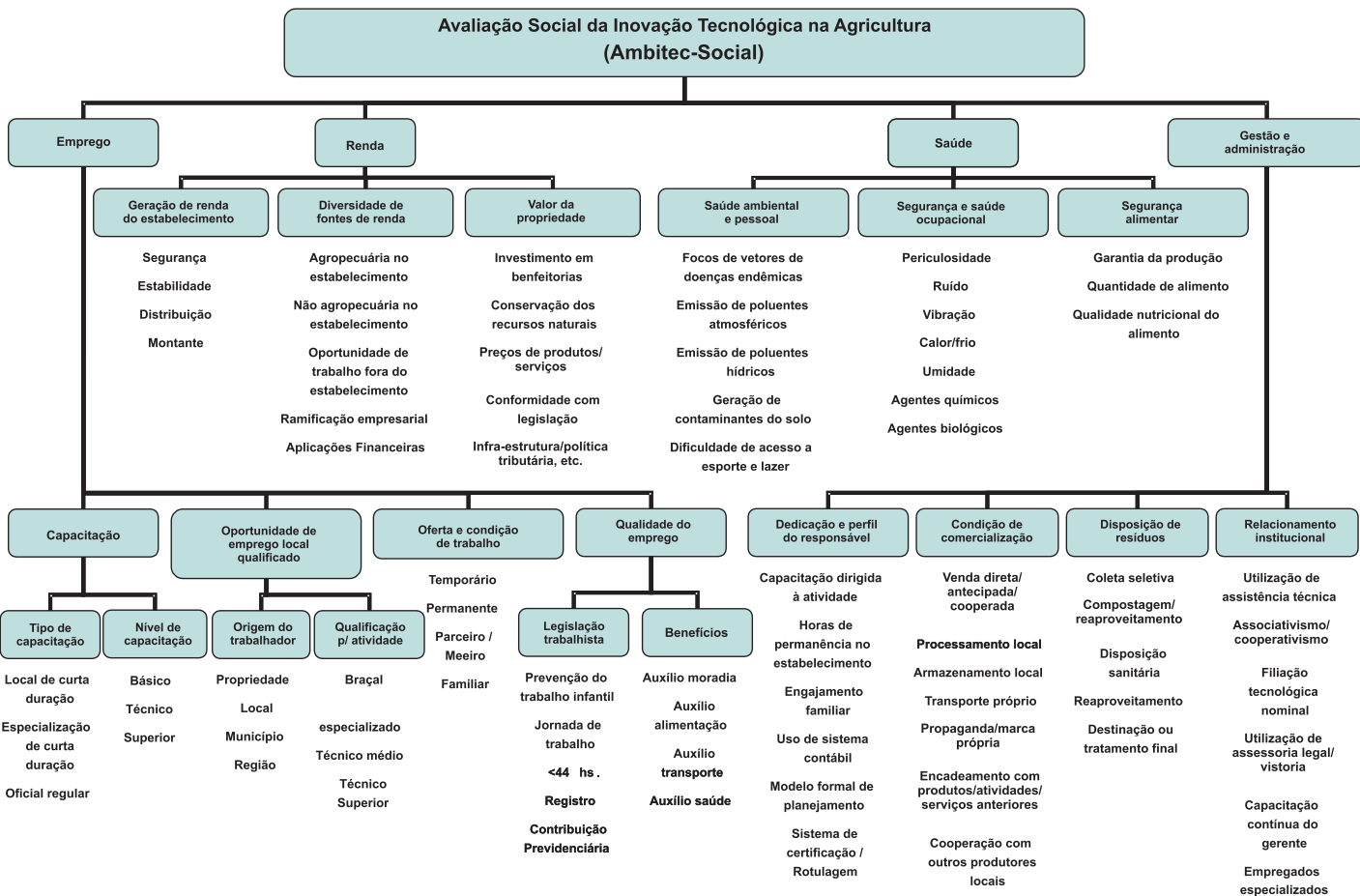


Fig. 1. Aspectos e indicadores para a avaliação de impacto social da inovação tecnológica (Ambitec-Social).

ponderada por fatores relativos à escala da ocorrência da alteração e ao peso do componente na composição do indicador. Os resultados finais da avaliação de impacto são expressos graficamente na planilha Avaliação de Impactos Sociais da Tecnologia, após ponderação automática – pelos fatores de ponderação dados – dos coeficientes de alteração fornecidos pelo adotante/responsável.

O procedimento de avaliação do sistema Ambitec-Social consiste em solicitar ao adotante/responsável da tecnologia que indique a direção (aumenta, diminui, ou permanece inalterado) dos coeficientes de alteração dos componentes (Tabela 1) para cada indicador, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à sua situação.

Durante a entrevista, o avaliador instrui e auxilia o adotante/responsável a exprimir a situação observada para os diferentes aspectos e indicadores de impactos do sistema e vistoria o estabelecimento com o intuito de averiguar a qualidade das informações. Como o resultado da avaliação é totalmente dependente dos coeficientes de alteração dos componentes, um certo rigor deve ser exercitado em sua obtenção. A subjetividade de avaliações baseadas em entrevistas, como é o caso desse sistema, pode ser reduzida, quando assim demandar o objetivo da avaliação, pela padronização dos coeficientes, de um lado, e de sua interpretação, de outro. A padronização da interpretação dos coeficientes se faz em duas etapas: primeiro pela seleção e formulação objetiva dos componentes e indicadores; segundo, pela clara delimitação e definição desses componentes no contexto de adoção tecnológica.

**Tabela 1.** Efeitos da inovação tecnológica e coeficientes de alteração do componente a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de impacto social da inovação tecnológica do sistema Ambitec-Social.

<b>Efeito da tecnologia na atividade rural sob as condições de manejo específicas da aplicação tecnológica</b>	<b>Coefficiente de alteração do componente</b>
Grande aumento no componente	+ 3
Moderado aumento no componente	+ 1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	- 1
Grande diminuição no componente	- 3

As matrizes do sistema incluem ainda fatores de ponderação, que se referem à importância do componente para a 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 (1), constituindo, portanto, fatores de normalização definidos no teste de sensibilidade (GIRARDIN et al., 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 refletir qualquer situação específica na qual certos componentes devam ser enfatizados, desde que o valor total de todos os componentes seja igual à unidade (1).

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

i. 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.

ii. Local – Quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação.

iii. No entorno – Quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento.

Duas particularidades da interação entre indicadores e as inovações tecnológicas avaliadas são incluídas nas matrizes de ponderação. Primeiro, com o objetivo de diferenciar componentes inalterados (coeficiente de alteração igual a zero) daqueles que porventura não sofram influência em geral da tecnologia avaliada, as matrizes de ponderação incluem uma linha para indicação de “sem efeito”. Quando avaliados como sem efeito (marcados como X na linha de avaliação da matriz de ponderação), recomenda-se que o peso do componente seja zerado e redistribuído para os outros componentes do indicador.

Uma segunda característica, válida para algumas das matrizes, é a restrição da escala de ocorrência somente no nível pontual. Isso é assim definido porque, para certos indicadores, pode não fazer sentido apontar uma escala de ocorrência exterior ao estabelecimento rural.

Assim, devido à característica muito localizada de alguns componentes de indicadores, algumas matrizes limitam a escala de ocorrência ao âmbito pontual. Por exemplo, como os indicadores do aspecto renda dizem respeito especificamente ao alcance da inovação tecnológica imediatamente para a atividade a que se aplica, somente o âmbito pontual é considerado. Já para os indicadores do aspecto saúde, é possível verificar impactos até o entorno do estabelecimento, em consequência de alterações na atividade; portanto, a escala do entorno é aplicável. Os fatores para ponderação da escala de ocorrência são fixos (Tabela 2), não podendo 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.

Finalmente, os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do índice de impacto social da inovação tecnológica agropecuária. Com esse conjunto de fatores de ponderação, a escala padronizada no sistema Ambitec-Social varia entre -15 e +15, normalizada para todos os indicadores individualmente e para o índice geral de impacto social da tecnologia.

O cálculo do coeficiente de impacto para cada indicador é obtido pela expressão

$$Cia_i = \sum_{j=1}^m A_{ji} * E_{ji} * P_{ji},$$

em que  $Cia_i$  = coeficiente de impacto do indicador  $i$ ;  $A_{ji}$  = coeficiente de alteração do componente  $j$  do indicador  $i$ ;  $E_{ji}$  = fator de ponderação para escala de ocorrência espacial do componente  $j$  do indicador  $i$ ;  $P_{ji}$  = fator de ponderação para importância do componente  $j$  na composição do indicador  $i$ ;  $m$  = número de componentes do indicador  $i$ .

**Tabela 2.** Fator de ponderação multiplicativo relativo à escala da ocorrência do efeito da tecnologia sobre o componente do indicador de impacto social.

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

O índice de impacto da inovação tecnológica agropecuária é obtido pela expressão

$$lia_t = \sum_{i=1}^m * Cia_i * P_i ,$$

em que  $lia_t$  = índice de impacto da tecnologia  $t$ ;  $Cia_i$  = coeficiente de impacto do indicador  $i$ ;  $P_i$  = fator de ponderação para importância do indicador  $i$  para composição do índice de impacto da tecnologia  $t$ ;  $m$  = número de indicadores.

É importante esclarecer que o método traz como norma de avaliação a adequação tecnológica definida como minimização de impactos negativos, em quaisquer dos indicadores. Ao considerar-se que a importância de componentes e indicadores é relativa, a depender de circunstâncias particulares, a amplitude dos resultados (ou seja, o valor do índice) é de menor significado que sua direção (se positivo ou negativo). Mais detalhes sobre o desenvolvimento metodológico e considerações conceituais sobre o sistema Ambitec-Agro e seus módulos podem ser obtidos em Rodrigues et al. (2002, 2003a, b) e Irias et al. (2004a, b).

No texto que segue, que descreve a construção das matrizes de ponderação para os indicadores do sistema Ambitec-Social, apresentam-se exemplos de resultados obtidos em um estudo de campo para validação da metodologia, aplicada à *Integração Tecnológica para Produção Leiteira na Região de Votuporanga*, no interior do Estado de São Paulo, um projeto de desenvolvimento tecnológico levado a cabo pela Embrapa Pecuária Sudeste (CAMARGO, 1999).

## **Aspectos e indicadores do sistema Ambitec-Social**

O sistema Ambitec-Social apresenta uma hierarquia na qual 4 aspectos (emprego, renda, saúde e gestão e administração) são constituídos de um total de 14 indicadores, que por sua vez englobam 79 componentes, que compreendem as variáveis verificadas de acordo com seus respectivos coeficientes de alteração. Assim, o sistema contém 4 planilhas para inserção de dados, que agrupam 14 matrizes de ponderação dos indicadores, apresentadas a seguir.

## Aspecto emprego

O aspecto emprego baseia-se na análise de quatro indicadores: capacitação; oportunidade de emprego local qualificado; oferta de emprego e condição do trabalhador; e qualidade do emprego.

**Indicador capacitação** – Abrange três tipos de treinamentos passíveis de serem atendidos pelos residentes do estabelecimento: treinamento local de curta duração; especialização de curta duração; e cursos oficiais regulares de ensino. Adicionalmente, o indicador pondera o nível em que se dá o treinamento, seja básico, técnico ou superior. Os residentes no estabelecimento considerados nesse indicador são o responsável/administrador, os parceiros/meeiros e os empregados permanentes, bem como os familiares pertencentes a essas três categorias (Fig. 2).

Tabela de coeficientes de alteração da geração de emprego											
Oportunidade de emprego local qualificado			Origem do trabalhador				Qualificação para a atividade				Averiguação fatores de ponderação
			Propriedade	Local	Município	Região	Braçal	Braçal especializado	Técnico médio	Técnico superior	
Fatores de ponderação k			0,25	0,2	0,15	0,1	0,025	0,05	0,1	0,125	1
Escala da ocorrência II	Sem efeito	Marcar com X									
	Pontual	1	1	3	0	0	0	3	0	0	
	Local	2									
	Entorno	5									
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			0,25	0,6	0	0	0	0,15	0	0	1

**Fig. 2.** Matriz de ponderação para o indicador capacitação, no aspecto emprego do sistema Ambitec-Social.

Nota-se que o indicador capacitação aplica-se apenas à escala de ocorrência pontual, desde que leva em consideração os treinamentos imediatamente relacionados com a adoção da inovação tecnológica, no âmbito da atividade à qual seja aplicada, tão-somente. No exemplo apresentado, a integração tecnológica para produção leiteira implicou grande aumento na realização de treinamentos locais e de especialização, todos em nível técnico, resultando em um impacto positivo. A consideração de ter havido grande alteração refere-se ao fato de todos os trabalhadores terem participado dos treinamentos.

Recomenda-se qualificar a alteração como grande (+3), sempre que a alteração nos treinamentos envolver ao menos mais que 50 % dos trabalhadores no período considerado.

**Indicador oportunidade de emprego local qualificado** – Pondera a origem do trabalhador ocupado, proveniente da região, do local ou município ou da própria propriedade. A ponderação realiza-se sobre a porcentagem do pessoal ocupado na atividade à qual se aplica a inovação tecnológica. Os fatores de ponderação valorizam a origem local do trabalhador, por causa da opção pelo objetivo proposto para a avaliação do Ambitec-Social de contribuir para o desenvolvimento local sustentável. O indicador pondera também a qualificação exigida para o emprego proporcionado pela inovação tecnológica como braçal, braçal especializado, técnico médio e técnico de nível superior (Fig. 3).

Tabela de coeficientes de alteração da geração de emprego											
Oportunidade de emprego local qualificado			Origem do trabalhador				Qualificação para a atividade				Averiguação fatores de ponderação
			Propriedade	Local	Município	Região	Braçal	Braçal especializado	Técnico médio	Técnico superior	
Fatores de ponderação k			0,25	0,2	0,15	0,1	0,025	0,05	0,1	0,125	1
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X									
	Pontual	1	1	3	0	0	3	0	0		
	Local	2									
	Entorno	5									
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			0,25	0,6	0	0	0	0,15	0	0	1

**Fig. 3.** Matriz de ponderação para o indicador oportunidade de emprego local qualificado, no aspecto emprego do sistema Ambitec-Social.

Os empregos gerados como resultado da adoção da integração tecnológica para produção leiteira foram todos de pessoal braçal especializado, com grande aumento (maior que 50 %) em trabalhadores provenientes do local e moderado aumento do número de trabalhadores provenientes do próprio estabelecimento. Todos os empregos foram dedicados a atividades ligadas diretamente aos trabalhos de lida com os animais e serviços relacionados, não implicando oportunidades para trabalhos diversificados no estabelecimento (local), ou trabalhos externos (entorno), referindo-se, portanto, à escala pontual apenas. Com essas características, o indicador resultou em impacto positivo igual a 1.

**Indicador oferta de emprego e condição do trabalhador** – Aborda a alteração na oferta quantitativa de emprego por força da adoção da inovação tecnológica, segundo o tipo de recrutamento demandado. Consideram-se os regimes de trabalho temporário, permanente, parceiros/meeiros ou familiares, com uma escala de favorecimento crescente, em termos de impacto social dessas formas de inserção dos trabalhadores, de temporário para permanente, para parceiros/meeiros e familiares, que se equiparam (Fig. 4).

Para o exemplo dado, a adoção tecnológica resultou em grande favorecimento da criação de empregos permanentes, além de moderada oferta de postos de trabalho temporários, todos estes dedicados somente aos trabalhos na produção leiteira (pontual). Nenhum efeito ocorreu na oferta de emprego para parceiros/meeiros, enquanto o recrutamento de membros da família permaneceu inalterado. Esta configuração de oferta de emprego resultou em impacto também positivo.

Tabela de coeficientes de alteração da oferta de emprego							
Oferta de emprego e condição do trabalhador			Condição do trabalhador				Averiguação fatores de ponderação
			Temporário	Permanente	Parceiro / Meeiro	Familiar	
Fatores de ponderação k			0,1	0,2	0,35	0,35	1
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X			X		
	Pontual	1	1	3		0	
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			0,1	0,6	0	0	0,7

**Fig. 4.** Matriz de ponderação para o indicador oferta de emprego e condição do trabalhador, no aspecto emprego do sistema Ambitec-Social.

**Indicador qualidade do emprego** – Refere-se a todos os trabalhadores do estabelecimento, engajados em consequência da adoção da inovação tecnológica. O emprego é qualificado segundo os principais parâmetros legais de atendimento a condições básicas, como idade mínima, jornada máxima de trabalho, formalidade e auxílios e benefícios previstos pelas leis trabalhistas brasileiras (Fig. 5).



Tabela de coeficientes de alteração da qualidade do emprego														
Qualidade do emprego		Legislação trabalhista				Benefícios				Averiguação fatores de ponderação				
		Prevenção do trabalho infantil	Jornada de trabalho <44h	Registro	Contribuição previdenciária	Auxílio moradia	Auxílio alimentação	Auxílio transporte	Auxílio saúde					
Fatores de ponderação		k		0,2		0,2		0,2		0,05		1		
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X	X											
	Pontual	1		-3	3	3	1	1	1	0				
	Local	2												
	Entorno	5												
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0		-0,6		0,6		0,6		0,05		0,75		

Fig. 5. Matriz de ponderação para o indicador qualidade do emprego, no aspecto emprego do sistema Ambitec-Social.

Os resultados obtidos na avaliação da integração tecnológica para produção leiteira apontaram não haver efeito quanto ao trabalho infantil, que já não existia no estabelecimento. Quanto à jornada de trabalho, a adoção tecnológica causou grande aumento nas horas exigidas de dedicação, implicando grande diminuição do trabalho com menos de 44 horas semanais, com impacto negativo nesse componente. Entretanto, os outros empregos gerados foram regulares, com grande aumento (relativo) no número de funcionários com registro em carteira e contribuição previdenciária, acompanhados de moderado aumento nos auxílios estendidos aos trabalhadores, com índice final positivo para o indicador.

## Aspecto renda

O aspecto renda consiste de três indicadores, quais sejam: geração de renda do estabelecimento, diversidade de fontes de renda e valor da propriedade.

**Indicador geração de renda** – É condicionado pela tendência dos atributos da renda (segurança, estabilidade, distribuição e montante), avaliados segundo efeito causado pela adoção da tecnologia estudada. O atributo segurança refere-se à garantia de obtenção da renda esperada, relativamente à situação anterior à adoção tecnológica; a estabilidade refere-se à distribuição temporal ou sazonal da renda; a distribuição refere-se à partição da renda em salários pagos e o montante, ao total da renda auferida no estabelecimento, sob efeito da adoção tecnológica (Fig. 6).

Tabela de coeficientes de alteração na geração de renda						
Geração de renda		Atributos da renda				Averiguação fatores de ponderação
		Segurança	Estabilidade	Distribuição	Montante	
Fatores de ponderação k		0,25	0,25	0,25	0,25	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Pontual Local Entorno	Marcar com X					
	1	3	3	1	3	
	2					
	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,75	0,75	0,25	0,75	2,5

Fig. 6. Matriz de ponderação para o indicador geração de renda, no aspecto renda do sistema Ambitec-Social.

A integração tecnológica para produção leiteira, no estabelecimento exemplificado, trouxe melhorias em todos os componentes da renda do estabelecimento, com grande alteração positiva na segurança, estabilidade e montante recebido, após a adoção da tecnologia; e uma moderada melhoria na distribuição da renda. Como os atributos da renda são relacionados diretamente com a atividade favorecida pela tecnologia, somente a escala pontual é considerada. O impacto resultante da avaliação no exemplo dado também mostrou-se positivo.

**Indicador diversidade de fontes de renda** – Avalia as proporções de procedência da renda familiar do responsável/administrador e dos empregados permanentes, incluindo os parceiros e meeiros, nas situações anterior e posterior à adoção da tecnologia. Documenta-se a diversificação das origens da renda, como aquelas ligadas às atividades agropecuárias e não agropecuárias no estabelecimento, à oportunidade de trabalho fora do estabelecimento, a ramificações empresariais e a aplicações financeiras auferidas em consequência da adoção da inovação tecnológica agropecuária. As diferentes origens da renda recebem ponderações variáveis, privilegiando-se aquelas fontes de renda favorecidas pela adoção da tecnologia no âmbito do estabelecimento (Fig. 7).

A inovação tecnológica estudada não implicou qualquer alteração nas fontes preexistentes de renda do estabelecimento nem trouxe efeito em componentes antes inexistentes, resultando em impacto nulo para esse indicador, no exemplo apresentado.

**Indicador valor da propriedade** – Aponta se houve aumento ou redução do valor da terra, sob efeito da adoção da tecnologia, segundo

Tabela de coeficientes de alteração da diversidade de fontes de renda							
Diversidade de fontes de renda		Variável de diversificação de fontes de renda					Averiguação fatores de ponderação
		Agropecuária no estabelecimento	Não agropecuária no estabelecimento	Oportunidade de trabalho fora do estabelecimento	Ramificação empresarial	Aplicações financeiras	
Fatores de ponderação k		0,25	0,25	0,15	0,2	0,15	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Puntual Local Entorno Marcar com X	1	0	0	X	X	X	
	2						
	3						
	5						
Coeficiente de impacto <sup>(obs)</sup> = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0	0	0	0	0	0

Fig. 7. Matriz de ponderação para o indicador diversidade de fontes de renda, no aspecto renda do sistema Ambitec-Social.

causas locais ou causas externas ao estabelecimento. As causas locais são representadas por investimento em benfeitorias, qualidade e conservação dos recursos naturais, variações nos preços de produtos e serviços, conformidade com a legislação e melhorias em infraestrutura e políticas públicas e tributárias (Fig. 8).

A integração tecnológica para produção leiteira trouxe grande aumento das benfeitorias disponíveis no estabelecimento, no caso, pela melhoria do plantel bovino e da infra-estrutura de pastagens intensivas irrigadas. A intensificação do aproveitamento das pastagens resultou em moderada melhoria também nos componentes de preço dos produtos e na conservação dos recursos naturais, que por sua vez implicou conformidade com a legislação. A adoção tecnológica não implicou qualquer alteração na infra-estrutura externa à propriedade, resultando em um índice de impacto positivo para o indicador.

Tabela de coeficientes de alteração do valor da propriedade							
Valor da propriedade		Variável de valor da propriedade					Averiguação fatores de ponderação
		Investimento em benfeitorias	Conservação dos recursos naturais	Preços de produtos e serviços	Conformidade c/legislação	Infraestrutura/ política tributária/ etc.	
Fatores de ponderação k		0,25	0,25	0,2	0,15	0,15	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Puntual Local Entorno Marcar com X	1	3	1	1	1	0	
	2						
	3						
	5						
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,75	0,25	0,2	0,15	0	1,35

Fig. 8. Matriz de ponderação para o indicador valor da propriedade, no aspecto renda do sistema Ambitec-Social.

## Aspecto saúde

O aspecto saúde traz três indicadores para sua análise: saúde ambiental e pessoal, segurança e saúde ocupacional e segurança alimentar.

**Indicador saúde ambiental e pessoal** – Considera alterações advindas da adoção tecnológica na existência de focos de vetores de doenças endêmicas, emissão de poluentes – atmosféricos, hídricos ou do solo – e (dificuldade de) acesso a esporte e lazer, componentes que implicam direção negativa para o impacto social (Fig. 9).

Tabela de coeficientes de alteração da saúde							
Saúde ambiental e pessoal		Variável de saúde ambiental e pessoal					Averiguação fatores de ponderação
		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	
Fatores de ponderação k		-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-1
Escala da ocorrência =	Sem efeito		X				
	Pontual					3	
	Local	2		0	0		
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		1,2	0	0	0	-0,6	0,6

Fig. 9. Matriz de ponderação para o indicador saúde ambiental e pessoal, no aspecto saúde do sistema Ambitec-Social.

A integração tecnológica para produção leiteira proporcionou uma grande redução nos problemas de infestação por carrapatos e moscas, resultando na redução dos focos de doenças endêmicas na escala de todo o estabelecimento (local). Nenhum efeito relativo a poluentes atmosféricos foi constatado, enquanto não houve alterações na emissão de poluentes hídricos ou do solo. Contudo, a grande restrição ao acesso a esportes e lazer, por causa do excesso de ocupação ligado à atividade, implicou índice negativo para esse componente.

**Indicador segurança e saúde ocupacional** – Retrata a exposição de trabalhadores a periculosidade e a fatores de insalubridade, decorrente da adoção da tecnologia. A periculosidade e os fatores de insalubridade são aqueles definidos na legislação trabalhista brasilei-

ra, considerando toda exposição como um efeito potencialmente negativo (Fig. 10).

Segurança e saúde ocupacional		Tabela de coeficientes de alteração da variável de segurança ocupacional							Averiguação fatores de ponderação
		Exposição a periculosidade e fatores de insalubridade							
		Periculosidade	Ruído	Vibração	Calor / Frio	Umidade	Agentes químicos	Agentes biológicos	
Fatores de ponderação k		-0,3	-0,1	-0,1	-0,05	-0,05	-0,2	-0,2	-1
Escala da ocorrência =	Sem efeito	X							
	Pontual	1	1	0	3	3	1	0	
	Local	2							
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0	-0,1	0	-0,15	-0,15	-0,2	0	-0,6

Fig. 10. Matriz de ponderação para o indicador segurança e saúde ocupacional, no aspecto saúde do sistema Ambitec-Social.

A integração tecnológica para produção leiteira não implicou efeitos nos fatores de periculosidade, anteriormente inexistentes na atividade. Um moderado aumento na exposição a ruídos deveu-se à máquina de ordenha, enquanto a exposição aos elementos do clima foi grande e a agentes químicos, moderada, por causa do aumento no número de animais e de pessoas ocupadas, implicando um índice negativo de impacto para esse indicador.

**Indicador segurança alimentar** – Busca estimar os impactos da tecnologia para garantia do acesso à alimentação de qualidade, seja para aqueles envolvidos no processo produtivo (empregados e familiares), seja para a população em geral, representada pelos consumidores. Os componentes do indicador envolvem a garantia da produção e a quantidade de alimento, que representam segurança de acesso diário (regularidade da oferta) ao alimento em quantidade adequada (suficiência da oferta), além da qualidade nutricional do alimento (Fig. 11).

Com a adoção da tecnologia, importantes melhorias foram obtidas em todos os componentes desse indicador, trazendo maior segurança na oferta, aumento da produtividade e melhoria na qualidade do leite produzido. Como todos esses efeitos alcançam os consumidores, esses impactos positivos devem ser considerados como afetando o entorno, resultando em um índice positivo igual a 11,0 para o indicador.

Tabela de coeficientes de alteração da segurança alimentar					
Segurança alimentar		Variável de segurança alimentar			Averiguação fatores de ponderação
		Garantia da produção	Quantidade de alimento	Qualidade nutricional do alimento	
Fatores de ponderação k		0,3	0,3	0,4	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Pontual Local Entorno	Marcar com X				
	1				
	2				
	5	3	3	1	
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		4,5	4,5	2	11

Fig. 11. Matriz de ponderação para o indicador segurança alimentar, no aspecto saúde do sistema Ambitec-Social.

## Aspecto gestão e administração

O aspecto gestão e administração é formado por quatro indicadores: dedicação e perfil do responsável, condição de comercialização, reciclagem de resíduos e relacionamento institucional.

**Indicador dedicação e perfil do responsável** – É constituído por variáveis que contemplam fatores e mecanismos que facilitam e aprimoram o gerenciamento, como capacitação dirigida para a atividade à qual a tecnologia se aplica, horas de dedicação, engajamento familiar nos negócios do estabelecimento, uso de sistema contábil, aplicação de modelo formal de planejamento e sistema de certificação. Todos esses atributos são considerados positivos em relação à capacidade gerencial do responsável pelo estabelecimento (Fig. 12).

O engajamento do produtor responsável pelo estabelecimento aqui exemplificado gerou um importante impacto positivo da tecnologia estudada. A integração tecnológica para produção leiteira melhorou em grande medida os componentes de capacitação, horas dedicadas, aplicação de sistema formal de contabilidade e modelo formal de planejamento, representado por planilhas de controle de acesso a pastos, à irrigação, a adubações e a outros tratos culturais e sanitários com os animais. O engajamento familiar permaneceu inalterado, pois já era prática anterior à adoção tecnológica, enquanto a implantação de um sistema de certificação foi considerada uma iniciativa valiosa para o momento de desenvolvimento do negócio, porém ainda não efetivada.

Tabela de coeficientes de alteração de variáveis de dedicação e perfil do responsável								Averiguação fatores de ponderação
Dedicação e perfil do responsável	Variável de dedicação do responsável						Fatores de ponderação k	
	Capacitação dirigida à atividade	Horas de permanência no estabelecimento	Engajamento familiar	Uso de sistema contábil	Modelo formal de planejamento	Sistema de certificação		
		0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Puntual Local Entorno Marcar com X	1	3	3	0	3	3	0	
	2							
	3							
	5							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,6	0,6	0	0,45	0,45	0	2,1

Fig. 12. Matriz de ponderação para o indicador dedicação e perfil do responsável, no aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-Social.

**Indicador condição de comercialização** – Inclui os atributos descritores da inclusão no mercado, dos produtos obtidos pela atividade à qual se aplica a tecnologia em avaliação. Considera-se a realização de venda direta ou cooperada, processamento e armazenamento local, transporte próprio, propaganda e marca própria, encadeamento com produtos e atividades anteriores, além de cooperação comercial com outros produtores locais (Fig. 13).

Tabela de coeficientes de alteração da condição de comercialização								Averiguação fatores de ponderação
Condição de comercialização	Variável de comercialização						Fatores de ponderação k	
	Venda direta/ antecipada/ cooperada	Processamento local	Armazenamento local	Transporte próprio	Propaganda/ Marca própria	Encadeamento com produtos/ atividades/ serviços anteriores		Cooperação com outros produtores locais
		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,1
Escala da ocorrência = Sem efeito Puntual Local Entorno Marcar com X	1	3	0	3	1	0	0	0
	2							
	3							
	5							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,45	0	0,45	0,15	0	0	1,05

Fig. 13. Matriz de ponderação para o indicador condição de comercialização, no aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-Social.

A adoção da tecnologia melhorou os componentes de venda cooperada e o armazenamento local, com a instalação de um resfriador, ambos com grande coeficiente de alteração. Houve moderada melhoria no transporte próprio, permanecendo inalterados os

outros componentes do indicador, que apresentou índice de impacto positivo.

**Indicador reciclagem de resíduos** – Avalia a tomada de medidas de reciclagem dos resíduos produzidos no estabelecimento, em associação com a adoção da inovação tecnológica. Tanto os resíduos da produção quanto os resíduos domésticos são considerados na composição do indicador e referem-se à coleta seletiva, ao reaproveitamento, e a medidas de tratamento e disposição adequadas (Fig. 14).

Tabela de coeficientes de alteração das medidas de reciclagem de resíduos							
Reciclagem de resíduos		Variável de tratamento de resíduos domésticos			Variável de tratamento de resíduos da produção		Averiguação fatores de ponderação
		Coleta seletiva	Compostagem/reaproveitamento	Disposição sanitária	Reaproveitamento	Destinação ou tratamento final	
Fatores de ponderação k		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Pontual Local Entorno	Marcar com X	X	X				
	1			0	0	0	
	2						
	5						
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0	0	0	0	0	0

**Fig. 14.** Matriz de ponderação para o indicador reciclagem de resíduos, no aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-Social.

A adoção tecnológica não trouxe qualquer efeito no tratamento dos resíduos domésticos no estabelecimento, não sendo procedida coleta seletiva ou aproveitamento, enquanto a disposição sanitária ficou inalterada. Quanto aos resíduos da produção, eles já eram reaproveitados anteriormente à adoção tecnológica, o que permaneceu inalterado, implicando um índice nulo para esse indicador.

**Indicador relacionamento institucional** – Trata da ocorrência de atributos característicos da capacidade institucional do estabelecimento adotante da tecnologia e do preparo profissionalizante do responsável e dos empregados. O indicador aborda atributos de acesso à assistência técnica, ao associativismo, à filiação tecnológica e à assessoria legal/vistoria. Todos esses atributos são considerados favoráveis à gestão e administração do estabelecimento (Fig. 15).



Tabela de coeficientes de alteração de relacionamento institucional								
Relacionamento institucional		Variável de alcance institucional				Variável de capacitação contínua		Averiguação fatores de ponderação
		Utilização de assistência técnica	Associativismo/ Cooperativismo	Filiação tecnológica nominal	Utilização de assessoria legal/ vistoria	Gerente	Empregados especializados	
Fatores de ponderação k		0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	1
Escala da ocorrência = Sem efeito Pontual Local Entorno	Marcar com X							
	1	3	1	3	3	3	3	
	2							
	5							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,6	0,2	0,45	0,45	0,45	0,45	2,6

Fig. 15. Matriz de ponderação para o indicador relacionamento institucional, no aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-Social.

Todos os componentes desse indicador foram positivamente alterados pela adoção tecnológica, na maioria dos casos com um grande coeficiente de alteração. Uma moderada alteração positiva ocorreu no componente associativismo/cooperativismo, dada a aproximação com uma nova cooperativa de produtores. Como esses componentes dizem respeito imediatamente a uma característica do efeito da tecnologia na atividade produtiva, ou seja, na escala pontual, o índice de impacto resultante foi positivo.

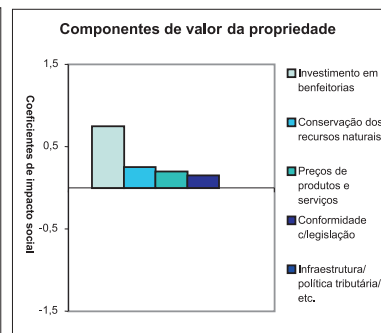
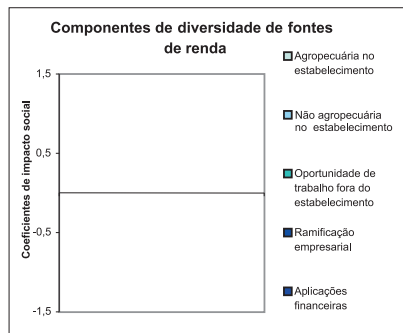
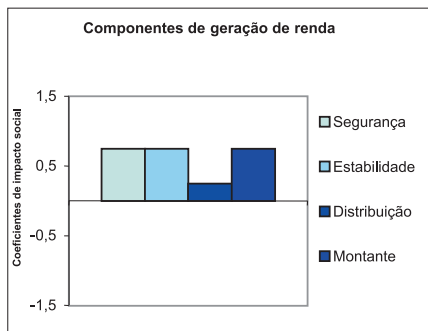
## Avaliação do impacto social da tecnologia

Completada a avaliação dos componentes e inseridos os respectivos coeficientes de alteração nas matrizes de ponderação correspondentes, para todos os indicadores, os resultados dos coeficientes de impacto social da inovação tecnológica agropecuária são automaticamente expressos graficamente na planilha Avaliação de Inpacto Social (AIS) da Tecnologia.

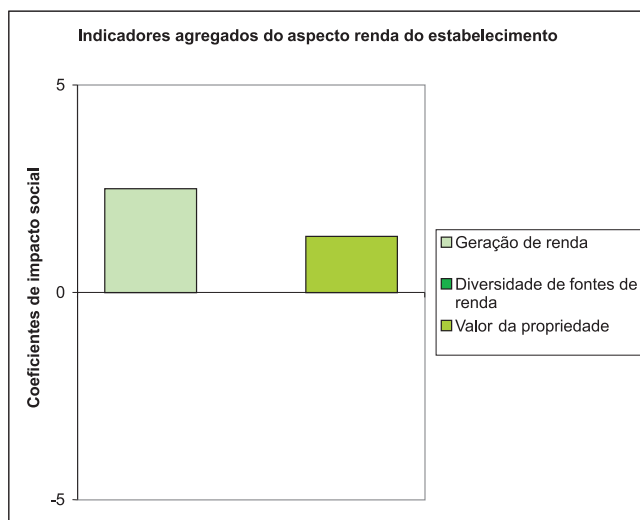
Esses gráficos são compostos, para cada aspecto em consideração, de uma tabela para averiguação de componentes que eventualmente não têm efeito na situação em estudo, seguida do gráfico conjunto dos componentes e indicadores do respectivo aspecto (Fig. 16), e de um gráfico síntese dos coeficientes de impacto para os indicadores desse aspecto considerado (Fig. 17).

### Aspecto renda do estabelecimento

Geração de renda	Sem efeito	Diversidade de fontes de renda	Sem efeito	Valor da propriedade	Sem efeito
Segurança		Agropecuária no estabelecimento		Investimento em benfeitorias	
Estabilidade		Não agropecária no estabelecimento	X	Conservação dos recursos naturais	
Distribuição		Oportunidade de trabalho fora do estabelecimento	X	Preço de produtos e serviços	
Montante		Ramificação empresarial	X	Conformidade com legislação	
		Aplicações financeiras		Infraestrutura/política tributária, etc.	



**Fig. 16.** Tabela de resultados com indicação dos componentes sem efeito e gráficos do conjunto de componentes dos indicadores do aspecto renda do estabelecimento do sistema Ambitec-Social.



**Fig. 17.** Gráfico síntese do aspecto renda do estabelecimento, com os resultados dos indicadores geração de renda, diversidade de fontes de renda e valor da propriedade, do sistema Ambitec-Social.

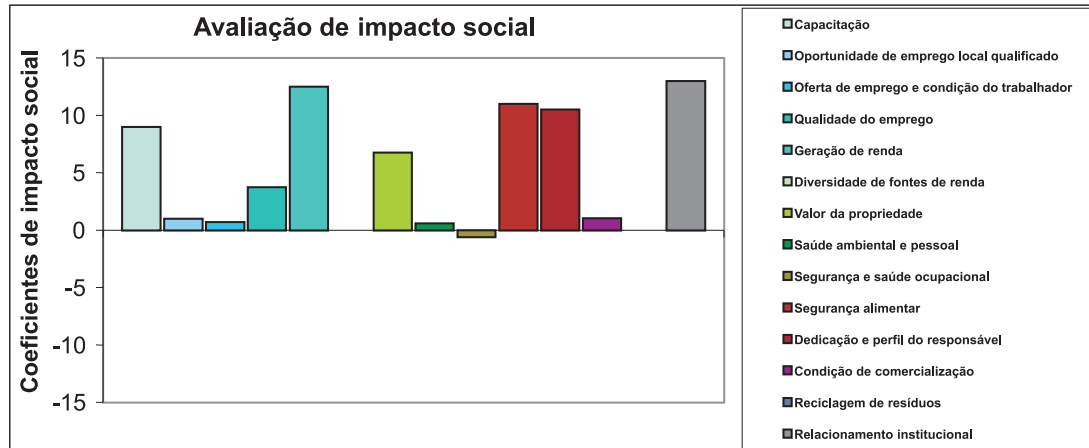
Após essa apresentação gráfica, elaborada para os 4 aspectos componentes do sistema de avaliação, uma tabela síntese apresenta o conjunto dos 14 indicadores de impacto, normalizados para comparação no gráfico síntese dos coeficientes de impacto social (Fig. 18). Essa etapa de normalização visa a ajustar todos os componentes e indicadores, segundo possibilidade de consideração de escala de ocorrência nas matrizes de ponderação. Assim, por exemplo, o indicador capacitação, com um índice de impacto igual a 1,8, dada a escala de ocorrência obrigatoriamente pontual, resulta igual a 9 após normalização para a escala entre -15 e +15.

Finalmente, a Fig. 19 apresenta a tabela de ponderação de importância dos indicadores de impacto social. Esses valores de importância podem ser alterados pelo usuário, com o intuito de enfatizar certos indicadores, de acordo com circunstâncias especiais de avaliação, desde que a soma dos fatores de ponderação de importância seja igual à unidade (1). Após essa ponderação final, é calculado o índice geral de impacto social da inovação tecnológica agropecuária, expresso graficamente.

Conforme a Fig. 19, o índice geral de impacto social da integração tecnológica para produção leiteira, aplicado ao estabelecimento exemplo,

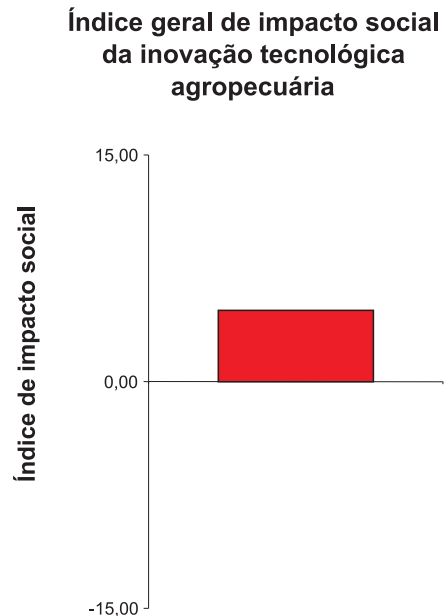
## Avaliação de impacto social

Capacitação	9
Oportunidade de emprego local qualificado	1
Oferta de emprego e condição do trabalhador	0,7
Qualidade do emprego	3,75
Geração de renda	12,5
Diversidade de fontes de renda	0
Valor da propriedade	6,75
Saúde ambiental e pessoal	0,6
Segurança e saúde ocupacional	-0,6
Segurança alimentar	11
Dedicação e perfil do responsável	10,5
Condição de comercialização	1,05
Reciclagem de resíduos	0
Relacionamento institucional	13



**Fig. 18.** Tabela e gráfico síntese, com resultados normalizados para todos os indicadores do sistema Ambitec-Social, aplicado ao exemplo Integração Tecnológica para Produção Leiteira.

Indicadores de impacto social	Peso do indicador	Coefficientes de impacto
Capacitação	0,1	9
Oportunidade de emprego local qualificado	0,1	1
Oferta de emprego e condição do trabalhador	0,05	0,7
Qualidade do emprego	0,1	3,75
Geração de renda	0,05	12,5
Diversidade de fontes de renda	0,05	0
Valor da propriedade	0,05	6,75
Saúde ambiental e pessoal	0,05	0,6
Segurança e saúde ocupacional	0,05	-0,6
Segurança alimentar	0,05	11
Dedicação e perfil do responsável	0,1	10,5
Condição de comercialização	0,1	1,05
Reciclagem de resíduos	0,1	0
Relacionamento institucional	0,05	13
<b>Averiguação da ponderação</b>	<b>1</b>	<b>Índice de impacto social da tecnologia</b>
		<b>4,73</b>



**Fig. 19.** Tabela e gráfico síntese, com o índice geral de impacto social da inovação tecnológica agropecuária do sistema Ambitec-Social, aplicado ao exemplo de Integração Tecnológica para Produção Leiteira.

alcançou valor igual a 4,73 – de um valor máximo possível igual a 15. Dentre todos os indicadores, somente segurança e saúde ocupacional resultou negativo. Segundo a norma proposta para a Avaliação de Impacto Social de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (RODRIGUES et al., 2003a), esse indicador corresponde àquele que merece especial atenção para manejo e investigação de oportunidades de melhoria.

Com tal resultado para o caso estudado, a tecnologia pode ser considerada recomendável para aplicação em campo, uma vez que atende à norma definida para a avaliação: minimizar os impactos sociais negativos. Essa consideração justifica-se, por terem sido os componentes de exposição aos elementos físicos (calor/frio e umidade) os principais geradores do impacto negativo observado. 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, por causa de sua contribuição positiva em relação ao impacto social (RODRIGUES et al., 2006).

## Conclusões

O sistema Ambitec-Social é um método integrado, adequado para aplicação em campo na avaliação do impacto social de inovações tecnológicas agropecuárias. Proporciona uma medida da contribuição da tecnologia agropecuária para o desenvolvimento local sustentável; é de aplicação relativamente simples, desde que conduzida por avaliadores devidamente treinados; permite ativa participação dos produtores/responsáveis; e serve para a comunicação e o armazenamento das informações sobre impactos sociais. A plataforma computacional é amplamente disponível, passível de distribuição e uso a baixo custo e permite a emissão direta de relatórios em forma impressa, de fácil manuseio.

A apresentação gráfica dos resultados de impacto social da inovação tecnológica para cada indicador individual oferece um diagnóstico para o produtor/administrador, apontando a situação de conformidade com objetivos de responsabilidade social em cada aspecto do impacto da tecnologia nas condições do estabelecimento rural. Os gráficos agregados dos resultados para as diferentes dimensões sociais proporcionam aos tomadores de decisão uma visão das contribuições, positivas ou negativas, da tecnologia para o desenvolvimento local sustentável, facilitando a definição de medidas de promoção ou controle da atividade no âmbito da comunidade. Finalmente, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação, seleção e transferência de tecnologias agropecuárias.

A análise agregada de vários estabelecimentos também permite a identificação dos principais constrangimentos legais e de políticas públicas que melhorem o desempenho social da atividade avaliada. Assim, medidas e instrumentos de políticas públicas locais podem ser revisados e adequados para que as atividades econômicas cumpram o seu papel social e promovam o desenvolvimento local.

## Referências

CAMARGO, A. C. de A viabilidade da pequena propriedade leiteira e a inviabilidade do pequeno produtor de leite. SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 3., 1999, Fortaleza. Profissionalismo e tecnologia: **anais...** Fortaleza: Federação da Agricultura do Estado do Ceará, 1999. p. 52-76.

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.

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

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

PAULINO, R. S.; RODRIGUES, G. S.; SALLES FILHO, S. L. M.; BIN, A. Impactos ambientais na agricultura: um método de avaliação de programas tecnológicos. In: SEMINARIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 10., Cidade do México. [Anais...]. Cidade do México: ALTEC, 2003. 1 CD-ROM.

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

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

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 & Tecnologia*, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

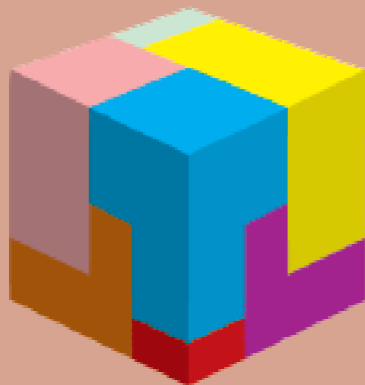
RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: Ambitec-Agro. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003a. 93 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

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, p. 219-244, 2003b.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J.; QUEIROZ, J. F. de; FRIGHETTO, R. T. S.; RAMOS FILHO, L. O.; RODRIGUES, I. A.; BROMBAL, J. C.; TOLEDO, L. G. de. **Avaliação de impacto ambiental de atividades em estabelecimentos familiares do Novo Rural**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003c. 44 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).

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, 2005. 31 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).



# Avaliação dos impactos na geração de empregos de tecnologias agropecuárias

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques  
Junia Rodrigues de Alencar







# Avaliação dos impactos na geração de empregos de tecnologias agropecuárias

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques  
Junia Rodrigues de Alencar

## Introdução

A evolução da ciência e da tecnologia tem promovido profundas alterações nas atividades desenvolvidas no meio rural. Nesse meio, o papel das instituições vem se mostrando fundamental para a organização e o desenvolvimento do espaço agropecuário.

Para a verificação dos impactos dos produtos gerados a partir da pesquisa de novas tecnologias, faz-se necessário investir também no desenvolvimento de metodologias que avaliem o impacto dessas tecnologias tanto no setor produtivo quanto na sociedade em geral.

A Embrapa, como uma instituição de pesquisa, investe nesse setor por meio da criação, do desenvolvimento e do aprimoramento de metodologias que reflitam os impactos de seus produtos, como é o caso do método do excedente econômico, os Ambitecs (Sistemas de Avaliação de Impacto de Inovações Tecnológicas Agropecuárias) – que ajudam a levantar impactos econômicos, sociais e ambientais das tecnologias.

É importante conhecer melhor o impacto das tecnologias sobre a geração de emprego, bem como estimar e manter atualizada a relação entre o emprego formal e o informal na atividade agrícola, identificando tecnologias que tenham a capacidade de contribuir para os dois modos de ocupação da mão-de-obra (YEGANIANZ; MACÊDO, 2002).

Assim, este capítulo faz uma evolução da metodologia de avaliação de impacto social, ressaltando o indicador emprego, como uma forma de dar destaque às tecnologias que quantificam esse indicador, tão importante para o desenvolvimento social e da mesma forma valorizado pelas políticas públicas.

## **Avaliação dos impactos sociais**

A idéia de desenvolvimento econômico e social tem evoluído ao longo dos tempos graças a um embasamento na ciência e nos avanços tecnológicos. Nesse contexto, bens e serviços se tornam mais densos e mais adequados às atividades em geral, isso por causa de processos de produção que têm buscado mais objetividade, eficiência e a redução dos impactos ambientais negativos e o incremento do impacto social positivo. (YEGANIAN TZ; MACÊDO, 2002)

Com a evolução da ciência e da tecnologia nos processos produtivos, surge também a necessidade de avaliar como se dão os impactos dessas atividades não só no âmbito econômico, mas também no social e no ambiental.

Os estudos em avaliação de impactos sociais tiveram início na década de 1970. Sob o aspecto das implicações sociais, a avaliação das opções ou projetos tecnológicos ganhou importância no contexto da contestação da sociedade industrial. Os efeitos da poluição, os perigos da energia nuclear, por exemplo, sensibilizaram os meios acadêmicos e a opinião pública ampliando a contestação do desenvolvimento e uso de determinadas tecnologias.

Nesse período, os Estados Unidos e a Europa criaram comissões de avaliação social de tecnologias para fazer o balanço de aspectos positivos e negativos de projetos. Dessa forma, a avaliação de tecnologias era concebida como um instrumento a serviço dos tomadores de decisão em matéria de política tecnológica (THIOLLENT, 1982).

De acordo com Yeganiantz e Macedo (2002), a área mais complexa e também mais completa para fins de avaliação de impactos de pesquisa é a social. Nesse sentido, o domínio do impacto da pesquisa agropecuária expande-se além da própria agricultura e pode aproximar-se dos aspectos da renda nacional e do Produto Interno Bruto (TABOR, 1998).

Apesar do debate sobre o tema e do registro na literatura de um volume significativo de estudos sobre os efeitos da tecnologia na forma e no nível de emprego, ou mesmo sobre as conseqüências excludentes do processo de modernização em populações menos favorecidas, os estudos especificamente voltados para a análise de impactos sociais resultantes de pesquisa tecnológica não são muito

freqüentes. Os estudos que buscam quantificar e qualificar os impactos sociais da pesquisa ocorrem em menor número quando comparados a outras dimensões, como a econômica e a ambiental (FURTADO, 2003).

Nessa perspectiva, Yeganiantz e Macedo (2002) salientam que deve-se considerar que o financiamento das atividades de geração de tecnologia agropecuária nos países em desenvolvimento é predominantemente oriundo de fontes governamentais e, desse modo, torna-se relevante compreender os seus impactos sociais.

Assim, é importante que as organizações públicas possam identificar e avaliar a existência desses impactos. Segundo Castells (1999) citado por Quirino e Macêdo (2001), as mudanças de paradigma em curso na sociedade promovem profundas alterações nos papéis das organizações. Ressalta-se a importância do impacto social dos seus produtos, principalmente no contexto das organizações públicas. Com esta, surge o problema da visibilidade. Além de ser importante que a organização pública consiga impactos sociais como resultado de seus produtos, deve ainda haver a possibilidade de identificar, medir e comunicar a existência dos impactos, de modo a preencher a exigência de responsabilidade que sobre ela recai.

No caso da Embrapa, a adoção do planejamento estratégico consolidou o caminho de responsabilidade social da Empresa, que se dirige pelo relacionamento entre as demandas dos clientes e usuários, e se revela pelos produtos por ela entregues à sociedade como resultado de sua missão. Segundo Quirino e Macêdo (2001):

[...]saber se efetivamente os produtos da pesquisa redundam em impacto e benefício social é a evidência necessária para verificar a efetividade do processo do planejamento estratégico, a realização da missão organizacional e a garantia da sustentabilidade institucional que, se espera, daí resulte (QUIRINO; MACÊDO, 2000, p. 123).

A Embrapa é um sistema composto por 11 Unidades Centrais, localizadas no Edifício-Sede em Brasília, e por 40 Unidades Descentralizadas, distribuídas nas diversas regiões do Brasil. As Unidades Descentralizadas são assim classificadas e divididas: 3 Unidades de serviço, 15 Unidades de pesquisa de produtos, 9 Unidades de pesquisa de temas básicos e 13 Unidades de pesquisa agroflorestal ou agropecuária nas ecorregiões brasileiras (Fig. 1).



**Fig. 1.** Distribuição das Unidades Descentralizadas (UDs) da Embrapa.

A avaliação de impactos na Embrapa destaca-se por dois pontos. Primeiramente, o exercício de avaliar os impactos foi institucionalizado em todas as Unidades da Empresa, como um dos critérios do Sistema de Avaliação de Desempenho de Unidades (SAU), tornando-se um processo permanente. O segundo ponto se refere à mudança de foco das avaliações de impactos realizadas na Embrapa: de unidimensional para multidimensional, o que implicou a incorporação de outras dimensões: social e ambiental, além da análise dos outros impactos (capacitação, avanço do conhecimento e político-institucionais).

Desde que se iniciou na Embrapa o uso de uma metodologia de avaliação multidimensional dos impactos, e se decidiu pela inclusão da dimensão de impacto social, ficou claro para todos que ela deveria incluir uma estimativa quantitativa dos empregos gerados em decorrência da adoção das tecnologias da Empresa. O caráter multidimensional dos impactos levou à necessidade de uma avaliação metodológica, pois

[...]os produtos da pesquisa gerados pela Embrapa promovem mudanças sociais, a começar pelos vários elos da cadeia do processo de produção, distribuição e do consumo de produtos agropecuários (o agronegócio) e, a seguir, nos aspectos da rede social ligados imediatamente aos elos da cadeia de produção, e assim por diante. (QUIRINO; MACÊDO, 2000, p. 125).

A tarefa de quantificar empregos gerados pela Embrapa é bastante complexa, tendo em vista que a geração de novos empregos não depende apenas da adoção de inovações, o que pode, em certos casos, nem depender dela. Assim, logo verificou-se que fazer tal estimativa envolvia a construção de uma metodologia específica para mensurar tal adicional de empregos, dada a adoção de inovações tecnológicas.

### **A geração de empregos como indicador da avaliação de impactos sociais**

Para operacionalizar a avaliação de impactos sociais no que se refere à quantificação de empregos gerados pela adoção de tecnologias, definiu-se, na Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, um conjunto de orientações direcionadas às equipes de socioeconomia nos centros de pesquisa da Embrapa. Basicamente, o que se tem buscado medir é o número de empregos adicionais resultantes da adoção de uma dada tecnologia, comparativamente à situação dos empregos (no âmbito do produtor ou da agroindústria) usando a tecnologia anterior, substituída pela tecnologia Embrapa (antes *versus* depois).

Ressalta-se que devem ser considerados apenas os novos empregos, ou seja, empregos que não teriam sido criados caso os produtores estivessem adotando alternativas tecnológicas que não aquelas propostas pelos centros de pesquisa da Embrapa e em avaliação.

É importante destacar que a estimativa do número de empregos deve ser realizada considerando os principais elos da cadeia produtiva (produção, distribuição e consumo) da tecnologia em avaliação.

Segundo Silva (2008), a cadeia produtiva pode ser definida “[...] como um conjunto de elementos (empresas ou sistemas) que interagem em um processo produtivo para oferta de produtos ou serviços ao mercado consumidor”, (Fig. 2).

A Fig. 2 apresenta o esquema de um exemplo de cadeia produtiva que reúne diversos atores em sua configuração, voltados à dinâmica do processo produtivo. Nessa cadeia, tem-se o envolvimento de agentes institucionais e organizacionais. Silva (2008) caracteriza o ambiente institucional como aquele responsável pela regulamentação das transações comerciais e trabalhistas por meio das leis, normas, padrões. Já o ambiente organizacional é formado pelas entidades na área de influência da cadeia produtiva, cujo papel é exercido pelas agências credenciadoras.

O conceito de cadeia produtiva foi desenvolvido como instrumento de visão sistêmica e passou a ser utilizado no processo de planejamento estratégico da Embrapa a partir da década de 1990. Parte da proposição de que a produção de bens pode ser representada como um sistema, em que os diversos atores estão interconectados por fluxos de materiais, de capital e de informação, com o objetivo de suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema (CASTRO, 2006).

Dessa forma, o entendimento e a identificação da cadeia produtiva referente à tecnologia desenvolvida e aplicada são um diferencial não só para melhor conhecer os processos envolvidos no estudo de um produto, mas também para identificar os pontos da cadeia geradores de emprego. Com isso, torna-se mais fácil quantificá-los ao longo de todo o sistema.

De acordo com Castro (2006), a idéia é de que a visão de cliente da Empresa deve incluir novos e importantes atores que participam do desenvolvimento da agricultura e tenham relevância para a instituição. Inicialmente, esses atores foram caracterizados como os atores *fora-da-porteira* da fazenda (antes e depois da porteira): os fornecedores de insumos, as agroindústrias, as estruturas de comercialização, os consumidores finais e as estruturas de apoio à produção.



**Fig. 2.** Representação esquemática de uma cadeia produtiva segundo metodologia da Embrapa – produto de origem vegetal.  
 Fonte: Silva (2008).



No caso do produtor, consideram-se as situações anterior e posterior à tecnologia. Para fins de comparação, realiza-se um levantamento de campo com os produtores que não adotaram a tecnologia e com aqueles produtores que utilizam a nova tecnologia. Na parte de processamento, distribuição e consumo, utiliza-se a mesma metodologia de levantamento, procurando identificar os impactos sobre cada um dos segmentos.

Ressalta-se que são considerados apenas os empregos adicionais, ou seja, empregos que não teriam sido criados caso os produtores estivessem adotando alternativas tecnológicas (ou testemunhas) que não aquelas propostas pelos centros de pesquisa da Embrapa. Tais empregos não teriam sido criados caso essas tecnologias não possuíssem aspectos potencializadores de criação de empregos. Por exemplo, para uma tecnologia qualquer gerar empregos é preciso que seja mais produtiva do que suas similares disponíveis no mercado. O aumento proporcionado pela produtividade pode representar o emprego adicional gerado.

Esta análise, mais ampla, possibilita verificar, sob o ponto de vista do número de empregos, em quais elos da cadeia produtiva estão ocorrendo impactos. Há casos em que os empregos eliminados num determinado elo da cadeia produtiva são compensados com um número maior de empregos gerados em outros segmentos da cadeia.

Em tal processo de estimação, podem ser usados dados primários sobre estimativas de impactos (alterações nos coeficientes técnicos de custos de produção, por exemplo), seja nos sistemas de produção, seja em outros segmentos da cadeia produtiva (processamento agroindustrial, distribuição, etc.). Para evitar superestimação, é importante compatibilizar os dados estimados com dados sobre emprego de fontes secundárias (IBGE – Censos, Pnad, etc.).

A estimativa do número de empregos gerados pelas tecnologias é importante sob dois aspectos. Primeiramente, permite que a equipe de avaliação de impactos da Unidade conheça todo o potencial de geração de emprego da tecnologia em avaliação. Será possível, a partir dos resultados obtidos, verificar qual elo da cadeia produtiva poderá ser mais impactado. Tais informações poderão ser utilizadas, por exemplo, na elaboração de futuros projetos de pesquisa.

Em segundo lugar, destaca-se a questão da visibilidade da Unidade. As estimativas de empregos gerados por tecnologias, se calculadas corretamente, são divulgadas no Balanço Social da Embrapa, evidenciando o trabalho: dos pesquisadores responsáveis pela geração da tecnologia, da equipe de avaliação de impactos, da Unidade e da Embrapa.

De forma geral, os resultados da avaliação de impactos sociais no que tange à estimativa do número de empregos gerados no período 2001–2007 são satisfatórios, uma vez que nem todas as tecnologias geram empregos adicionais, enquanto outras não permitem que se façam tais estimativas, dada a natureza dos resultados gerados. A título de exemplo, a Tabela 1 mostra as informações referentes à estimativa de empregos apresentadas no Balanço Social nos anos de 2005 a 2007 (EMBRAPA, 2006, 2007, 2008).

**Tabela 1.** Informações apresentadas no Balanço Social<sup>(1)</sup> – período 2005–2007.

Ano	Número de tecnologias apresentadas	Número de Unidades que quantificaram empregos	Estimativa do total de empregos gerados
2005	40	18	102.330
2006	38	20	112.504

<sup>(1)</sup> Organizado pela Equipe de Avaliação de Impactos da SGE.

Fonte: Embrapa (2006,2007,2008).

Cabe esclarecer que essa estimativa de empregos criados por tecnologias Embrapa refere-se a empregos nos vários segmentos da cadeia produtiva dos produtos envolvidos. Além disso, é importante notar que os estudos de impacto atualmente desenvolvidos na Empresa abarcam um número relativamente reduzido de tecnologias geradas, com ênfase naquelas mais recentes. Isso significa que o número de empregos anualmente gerados pelas tecnologias Embrapa deve ser bem maior do que aquele que está sendo estimado e apresentado no Balanço Social.

## Conclusão

Os estudos sobre os impactos de tecnologias geradas sobre o emprego devem se tornar uma constante por causa da pressão

crescente da sociedade sobre políticas governamentais que incrementem fontes de trabalho.

Portanto, as pesquisas agropecuárias, desenvolvidas por instituições governamentais, devem dar especial atenção aos impactos sociais e, nesse caso, à geração – ou não – de empregos.

A Embrapa é um bom exemplo de instituição que se preocupa com essa questão e que, por meio de suas metodologias de avaliação, vem apresentando à sociedade os resultados gerados por suas tecnologias e, particularmente, os empregos gerados a partir da adoção destas no meio agropecuário.

Assim, a avaliação dos impactos sobre o emprego, a partir do desenvolvimento de tecnologias, constitui uma necessidade e representa um avanço no entendimento dos resultados oriundos dos avanços tecnológicos, além de uma constatação de que a geração de empregos no campo afeta não só o espaço local, mas também toda uma cadeia produtiva relacionada ao campo.

## Referências

EMBRAPA. **Balanço social 2005**. Brasília, DF: Embrapa-ACS, 2006. 29 p.

EMBRAPA. **Balanço social 2006**. Brasília, DF: Embrapa-ACS, 2007. 45 p.

EMBRAPA. **Balanço social 2007**. Brasília, DF: Embrapa-ACS, 2008.

CASTRO, M. G. de. **Cadeia produtiva e prospecção tecnológica como ferramentas para a gestão da competitividade**. Disponível em: <[http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futIndustria\\_2\\_01.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futIndustria_2_01.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2006.

FURTADO, A. T. **Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do estado de São Paulo: métodos para avaliação de impactos de pesquisa: dimensão capacitação**. Campinas, SP: GEOPI: UNICAMP, 2003.

QUIRINO, T. R.; MACÊDO, M. M. C. Mensuração de impacto social da pesquisa agropecuária da Embrapa: pontos para reflexão. In: AVILA, A. F. D. (Org.). **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa-SEA. 2001. p. 62-64.

QUIRINO, T. R.; MACÊDO, M. M. C. Impacto social de tecnologia agropecuária: construção de uma metodologia para o caso da Embrapa. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 123-127, jan./abr. 2000.

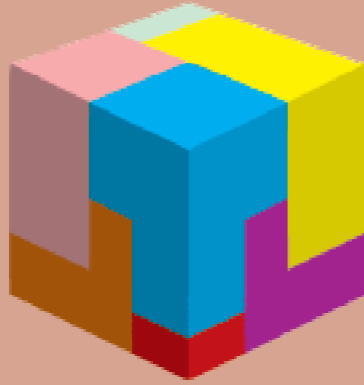
SILVA, L. C. da. **Cadeia Produtiva de produtos agrícolas**. (Boletim Técnico, MS01/05). Disponível em: <<http://www.agais.com/ms0105.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

TABOR, S. R. Towards an appropriate level of agricultural research finance. In: TABOR, S. R.; JANNESEN, W.; BRUNEAU, H. (Ed.). **Financing agricultural research: a sourcebook**. The Hague: International Service for National Agricultural Research, 1998. p. 3-27.

THIOLLENT, M. Avaliação social da tecnologia. **Revista Brasileira Tecnológica**, Brasília, DF, v. 13, n. 3, p. 49-53, jun./jul. 1982.

YEGANIANZ, L.; MACÊDO, M. M. C. **Avaliação de impacto social de pesquisa agropecuária: a busca de uma metodologia baseada em indicadores**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 59 p. (Texto para Discussão, 13).






# Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias

Geraldo Stachetti Rodrigues





# Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias

Geraldo Stachetti Rodrigues

## Introdução

Existe à disposição dos avaliadores de impacto ambiental um vasto arsenal metodológico, com mais de 100 métodos descritos para os mais variados propósitos e situações (BISSET, 1987; CANTER, 1986; CANTER, 1996; OREA, 1998). Essa variedade é previsível, dada a multiplicidade de situações passíveis de serem submetidas a Avaliações de Impacto Ambiental (AIA), as disparidades de escala e de qualidade e disponibilidade de dados, a experiência passada em avaliações e projetos semelhantes e o objetivo das avaliações.

No Brasil, o Ibama (1995) definiu os principais instrumentos da política ambiental e os procedimentos para que projetos e empreendimentos atendam aos requisitos da AIA, com breve descrição dos principais métodos normalmente empregados. Ainda na literatura brasileira, há um manual de AIA elaborado em um convênio (SURHEMA-GTZ., 1992), no qual os principais métodos disponíveis são descritos e exemplificados, com ênfase na avaliação de projetos que envolvem obras de engenharia. Os fundamentos e introdução à metodologia para avaliação de impactos das atividades agropecuárias foram apresentados por Rodrigues (1998), que direcionou a abordagem para avaliação de impactos em projetos de pesquisa (RODRIGUES et al., 2000).

Sistemas de AIA devem ser direcionados à indicação de tendências e magnitudes de impactos, sem a preocupação de fornecer números precisos ou inventários detalhados de estado do ambiente. Bom senso, exercitado de maneira sistemática provida pelos métodos disponíveis, pode contribuir efetivamente para a tomada de decisões

---

<sup>1</sup> Proposta elaborada sob a liderança do autor com a participação de Clayton Campanhola, Paulo Choji Kitamura e Luiz José Maria Irias, pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente. Recomenda-se consulta ao Manual do Sistema Ambitec-Agro, disponível em [http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf2.php3?tipo=do#15](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf2.php3?tipo=do#15)



relativas ao manejo ambiental das inovações tecnológicas (LUTZ; MUNASINGHE, 1994). Cabe ao executor das avaliações exercer uma postura pró-ativa, recomendada por (SADLER, 1996):

- Focalizar na execução – Isso envolve aproveitar a informação e o conhecimento prático de administradores, executores e outros peritos.
- Aprender fazendo – Experiência operacional e exemplos de casos fornecem a base primária para a prática da avaliação, padronizando a performance e identificando melhorias e avanços em processos e procedimentos.
- Reconhecer que o sucesso é relativo – Uma perspectiva crítica e voltada à demanda sobre a efetividade dos trabalhos é necessária, pois vários atores são envolvidos e influenciam a condução das AIA e a extensão na qual se atingem as metas.
- Explorar a arte do possível – Os benefícios da pesquisa em AIA depositam-se na resolução de problemas, antes de sua procura (ou na busca de falhas e danos). Deve-se contrastar o que vem sendo feito com o que pode ser feito para adaptar a prática de AIA a novas demandas e realidades.
- Crescer com a realização – Tanto quanto possível, o desenvolvimento de processos e inovações deve ser fundado em componentes tentados e testados.

## **Desenvolvimento metodológico**

Para avaliar os impactos ambientais das tecnologias geradas pelos centros de pesquisa da Embrapa, aplica-se o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro) (RODRIGUES et al., 2003).

O sistema Ambitec-Agro, apresentado a seguir, consiste de módulos integrados de indicadores de desempenho ambiental para os setores produtivos rurais da agricultura (Ambitec-Agricultura), da produção animal (Ambitec-ProduçãoAnimal) e da agroindústria (Ambitec-Agroindústria).

## Sistema Ambitec-Agro

A complexa natureza das interações socioculturais que ocorrem quando uma tecnologia é introduzida, ampliada ou modificada, implica grande incerteza sobre os possíveis impactos da inovação. O estudo sistemático desses impactos de acordo com objetivos de sustentabilidade pode contribuir para que o desenvolvimento e a recomendação tecnológica resultem em um máximo de ganhos econômicos e sociais, com um mínimo de custos ambientais. A avaliação de impactos de tecnologias envolve uma ampla variedade de tópicos relativos aos contextos institucional, social, cultural e político, no âmbito da segurança econômica, de saúde e ambiental, tanto individual como comunitária. Quando objetivos de sustentabilidade são definidos, a avaliação tende a endereçar o ciclo de vida tecnológico. A montante, isso significa que se deve considerar os recursos necessários ao desenvolvimento tecnológico (matérias-primas e habitats afetados) e, a jusante, deve-se endereçar os resíduos (PORTER, 1995), envolvendo toda extensão de alcance da tecnologia.

O sistema de avaliação de impactos ora proposto restringe-se à demanda institucional previamente delimitada de avaliar impactos ambientais de inovação tecnológica agropecuária, segundo objetivos de desenvolvimento sustentável, empregando uma plataforma prática de execução simples, baixo custo e passível de aplicação a todo universo tecnológico e ambiental de inserção institucional.

O Ambitec-Agro tem uma estrutura hierárquica simples que parte da escala de campo de cultivo ou unidade produtiva agropecuária e estende-se até os sistemas ecológicos de entorno, na escala de paisagem rural ou microbacia hidrográfica, e atenta para a qualidade dos ecossistemas e para a manutenção de sua capacidade de suporte (LOWRANCE et al., 1986). Essa estrutura é bastante similar àquela dos métodos de avaliação de impactos amplamente descritos na literatura, que incorporam parâmetros indicadores de alguma qualidade desejada do ambiente, que são ponderados para obtenção de medidas padronizadas de impacto formato comum aos métodos citados como clássicos; por exemplo, o de Leopold e outros (1971), do Laboratório Batelle (DEE et al., 1973), e de Bolea (1980).

Ao contrário desses métodos, contudo, que buscam ser exaustivos ao listar indicadores e muitas vezes constroem indicadores com-

plexos pela interação de variáveis (vide, por exemplo, a crítica de Rossi e Nota (2000) ao método recentemente proposto pela União Européia), o Ambitec-Agro concentra-se em uma experiência prévia de método de AIA aplicada a projetos de pesquisa no âmbito institucional (RODRIGUES et al., 2000).

## **Módulo Ambitec-Agricultura**

O módulo Ambitec–Agricultura<sup>2</sup> compõe-se de um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel®) construídas para permitir a consideração de 4 aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental na produção agrícola: alcance, eficiência, conservação e recuperação ambiental. Esses aspectos são expressos por 8 indicadores e 37 componentes (RODRIGUES et al., 2000) organizados em matrizes de ponderação automatizadas (Fig. 1), seguindo os mesmos procedimentos observados no Ambitec-Social.

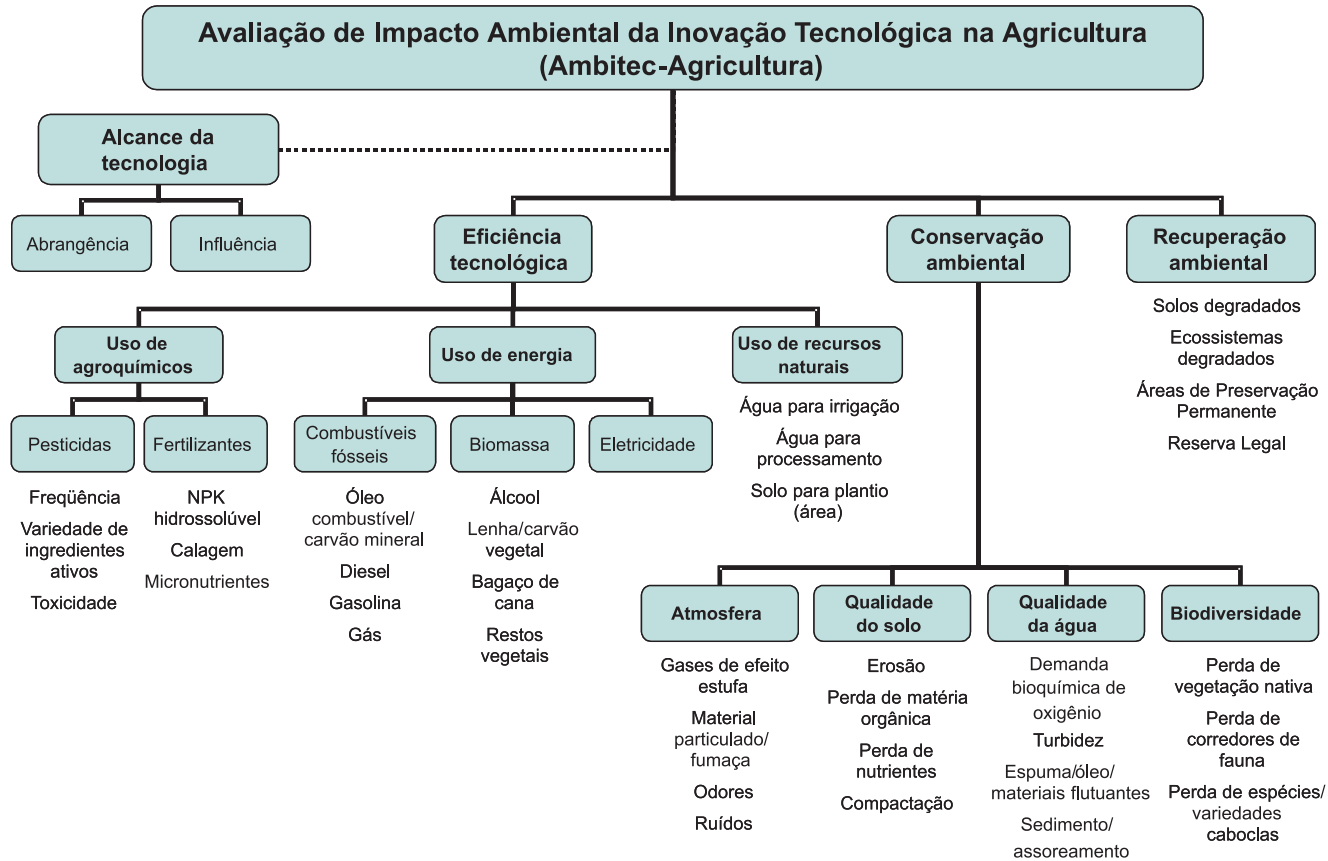
## **Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agricultura**

### **Alcance da tecnologia**

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica que influencia a atividade ou produto e é definido pela abrangência (área total cultivada com o produto ou dedicada à atividade, em hectares) e a influência (porcentagem dessa área à qual a tecnologia se aplica). Esse é um aspecto geral da tecnologia, independentemente do seu uso local e, portanto, não está incluído nas matrizes de avaliação, devendo ser obtido a partir das informações do projeto de desenvolvimento tecnológico. Todos os outros aspectos considerados para a avaliação do impacto ambiental da inovação tecnológica (eficiência, conservação e recuperação ambiental) são representativos do efeito do uso local da tecnologia e devem ser obtidos do produtor adotante, com respeito à atividade e às condições específicas de manejo nas quais a tecnologia esteja efetivamente sendo aplicada.

---

<sup>2</sup> O arquivo com o sistema Ambitec-Agricultura é disponível para *download* na página da Embrapa Meio Ambiente na internet (<http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>).



**Fig. 1.** Aspectos e indicadores para a Avaliação de Impacto na Agricultura da Inovação Tecnológica (Ambitec-Agricultura).

## **Eficiência tecnológica**

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos, tanto insumos tecnológicos quanto naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

O uso de agroquímicos é composto pelo uso de pesticidas e pelo uso de fertilizantes:

Uso de pesticidas – Avaliado conforme a alteração (decorrente da aplicação da tecnologia) na frequência, na variedade de ingredientes ativos e na toxicidade dos produtos.

Uso de fertilizantes – Avaliado conforme alteração na quantidade de adubos hidrossolúveis, na calagem e nos micronutrientes, aplicados em consequência da tecnologia em avaliação.

O uso de energia compõe-se de alteração no consumo de combustíveis fósseis, no de biomassa e no de eletricidade:

Combustíveis fósseis – Expressos como óleo combustível/carvão mineral, diesel, gasolina e gás.

Biomassa – Expressa como álcool, lenha/carvão vegetal, bagaço-de-cana e restos vegetais.

O uso de recursos naturais avalia-se em termos da necessidade, imposta pela tecnologia, de água para irrigação, água para processamento e de solo para plantio.

## **Conservação ambiental**

A contribuição da tecnologia para a conservação ambiental é avaliada segundo seu efeito na qualidade dos compartimentos do ambiente, ou seja, atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade.

O efeito da tecnologia na qualidade da atmosfera é avaliado segundo a alteração na emissão de gases de efeito estufa, material particulado e fumaça, odores e ruídos.

Os efeitos da tecnologia sobre a capacidade produtiva do solo são medidos pela alteração na erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação.

Os componentes de efeito na água são a alteração na demanda bioquímica de oxigênio (DBO5, que se refere ao conteúdo orgânico das águas), na turbidez, despejo de espuma/óleo/materiais flutuantes e sedimentos/assoreamento de corpos d'água.

Em relação ao compartimento biodiversidade, considera-se o efeito resultante da aplicação da tecnologia para a perda de vegetação nativa, a perda de corredores de fauna e a extinção de espécies ou de variedades caboclas existentes na propriedade.

## **Recuperação ambiental**

A recuperação ambiental inclui-se no sistema de avaliação de impacto ambiental por causa do estado de degradação hoje observado praticamente na totalidade das regiões agrícolas do País, impondo que o resgate desse passivo ambiental deva ser uma prioridade de todos os processos de inovação tecnológica agropecuária. Esse aspecto da avaliação refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para a recuperação, na propriedade, dos solos degradados, dos ecossistemas degradados, das áreas de preservação permanente (incluindo áreas de mananciais e de vegetação ciliar) e da reserva legal.

## **Módulo Ambitec-ProduçãoAnimal**

O módulo Ambitec-ProduçãoAnimal<sup>3</sup> compõe-se de um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel®) construídas para permitir a consideração de seis aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental na produção animal: alcance, eficiência, conservação ambiental, recuperação ambiental, bem-estar e saúde animal e qualidade do produto. Esses aspectos são expressos por 11 indicadores e 52 componentes (RODRIGUES et al., 2000) organizados em matrizes de ponderação automatizadas (Fig. 2), seguindo os mesmos procedimentos observados no Ambitec-Social.

<sup>3</sup> O arquivo com o sistema Ambitec-Agroindústria é disponível para *download* na página da Embrapa Meio Ambiente na internet (<http://www.cnpma.embrapa.br>).

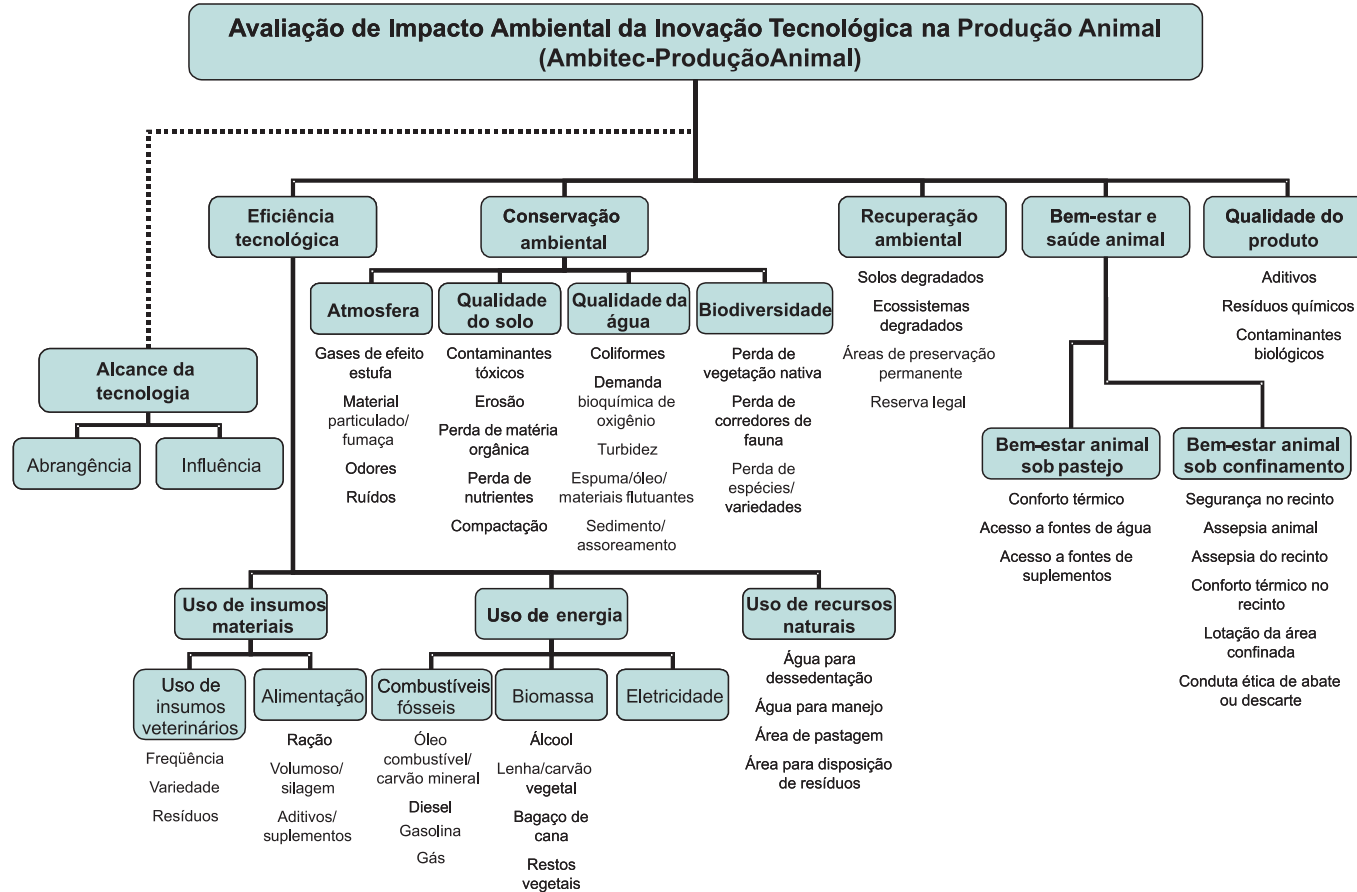


Fig. 2. Aspectos e indicadores para a Avaliação de Impacto na Produção Animal da Inovação Tecnológica (Ambitec-ProduçãoAnimal).

## **Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na produção animal**

### **Alcance da tecnologia**

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica que influencia a atividade ou produto e é definido pela abrangência (o número total de animais sujeitos à utilização da tecnologia) e a influência (porcentagem desses animais influenciados pela tecnologia). Esse é um aspecto geral da tecnologia, independentemente do seu uso local. Portanto, não está incluído nas matrizes de avaliação e deve ser obtido a partir das informações do projeto de desenvolvimento tecnológico. Todos os outros aspectos considerados para a avaliação do impacto ambiental da inovação tecnológica (eficiência, conservação ambiental, recuperação ambiental, bem-estar e saúde animal e qualidade do produto) são representativos do efeito do uso local da tecnologia e devem ser obtidos do administrador/responsável adotante, com respeito à atividade e às condições específicas nas quais a tecnologia esteja efetivamente sendo aplicada.

### **Eficiência tecnológica**

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos materiais, sejam eles insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: uso de insumos materiais, uso de energia e uso de recursos naturais.

O uso de insumos materiais é composto pelo uso de insumos veterinários e pela alimentação:

Insumos veterinários – Avaliados conforme alterações (decorrentes da aplicação da tecnologia) na frequência de seu uso, na variedade de produtos veterinários necessários e na quantidade de resíduos resultantes.

Alimentação – Avaliada conforme alteração na quantidade de ração, na quantidade de volumoso/silagem e na quantidade de aditivos e suplementos.

O uso de energia compõe-se de alteração no consumo de combustíveis fósseis, no de biomassa e no de eletricidade:

Combustíveis fósseis – Expressos como óleo combustível/carvão mineral, diesel, gasolina e gás.



Biomassa – Expressa como álcool, lenha/carvão vegetal, bagaço-de-cana e restos vegetais.

O uso de recursos naturais é avaliado em termos da necessidade, imposta pela tecnologia, de água para dessedentação, água para manejo, área de pastagens e área para disposição de dejetos e resíduos.

### **Conservação ambiental**

A contribuição da tecnologia para a conservação ambiental é avaliada segundo seu efeito sobre a qualidade dos compartimentos do ambiente, representados por efeitos sobre a atmosfera, a geração de resíduos sólidos e contaminantes da água.

O efeito da tecnologia na qualidade da atmosfera é avaliado segundo alteração na emissão de gases de efeito estufa, material particulado e fumaça, odores e ruídos.

Os efeitos da tecnologia sobre a capacidade produtiva do solo são avaliados conforme alterações em termos de contaminantes tóxicos (especialmente metais), erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação.

Os componentes de efeito na água são relativos à alteração da quantidade de coliformes na demanda bioquímica de oxigênio (DBO5, que se refere ao conteúdo orgânico das águas), na turbidez, despejo de espuma/óleo/materiais flutuantes e sedimentos/assoreamento de corpos d'água.

Em relação ao compartimento biodiversidade, considera-se o efeito resultante da aplicação da tecnologia para a perda de vegetação nativa, a perda de corredores de fauna e a extinção de espécies ou de variedades caboclas existentes na propriedade.

### **Recuperação ambiental**

A recuperação ambiental inclui-se no sistema de avaliação de impacto ambiental em decorrência do estado de degradação hoje observado praticamente na totalidade das regiões do País, impondo que o resgate desse passivo ambiental deva ser uma prioridade de todos os processos de inovação tecnológica agropecuária. Esse aspecto da avaliação refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para a recuperação, na propriedade, dos solos degradados (alterações nas características físico-químico-biológicas dos solos), dos ecossistemas degradados (alterações nas áreas marginais efetivamente inseridas

no contexto produtivo rural, mas freqüentemente expostas a queimadas, ao sobrepastoreio e a outras formas de pressão de degradação), das áreas de preservação permanente (incluídas áreas de mananciais e de vegetação ciliar) e da reserva legal.

### **Bem-estar e saúde animal**

As questões relativas ao bem-estar, à saúde e à segurança animal são avaliadas no âmbito das áreas de pastagem ou de permanência extensiva dos animais e nas áreas confinadas, currais, granjas, tanques, etc. Os indicadores são medidos segundo alterações provocadas pela tecnologia na adoção nas pastagens, ou áreas extensivas, de medidas para melhoria do conforto térmico, acesso a fontes de água e acesso a fontes de suplementos alimentares. Consideram-se também indicadores de segurança e saúde animal sob confinamento, como segurança no recinto, assepsia animal e do recinto, conforto térmico no recinto, lotação da área confinada e ainda a conduta ética de abate ou descarte. Relativamente às escalas de ocorrência, indica-se somente a escala pontual para o indicador de bem-estar animal sob confinamento, para referência a alterações que atinjam somente as áreas confinadas, internas ao estabelecimento.

### **Qualidade do produto**

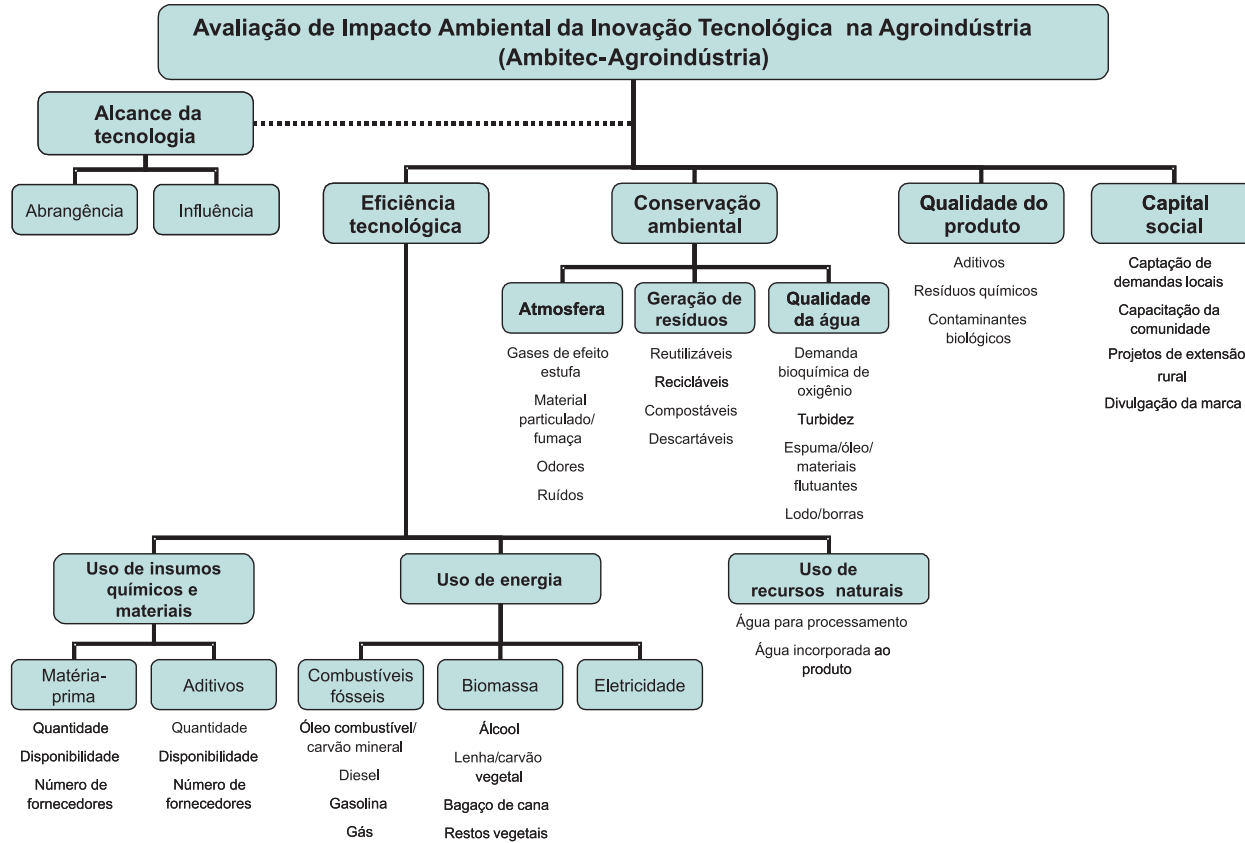
Em qualidade do produto, avaliam-se as alterações provocadas pela tecnologia segundo o conceito de segurança alimentar (*food safety*), particularmente nos aspectos nutricionais e de saúde. A qualidade do produto é avaliada segundo alterações na presença de aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos. Relativamente às escalas de ocorrência, indica-se a escala pontual para referência a alterações que atinjam somente as etapas de produção e manejo animal, internas ao estabelecimento. Quanto à escala local, indica-se referência à distribuição, enquanto a escala do entorno refere-se ao consumo, alcançando além dos limites do estabelecimento.

## **Módulo Ambitec-Agroindústria**

O módulo Ambitec-Agroindústria<sup>4</sup> compõe-se de um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel®) construídas para permitir a consideração de cinco aspectos de contribuição de uma dada inovação

---

<sup>4</sup> O arquivo com o sistema Ambitec-ProduçãoAnimal é disponível para *download* na página da Embrapa Meio Ambiente na internet (<http://www.cnpma.embrapa.br>).



**Fig. 3.** Aspectos e indicadores para a Avaliação de Impacto na Agroindústria da Inovação Tecnológica (Ambitec-Agroindústria).

tecnológica para melhoria ambiental na produção agroindustrial: alcance, eficiência, conservação ambiental, qualidade do produto e capital social. Esses aspectos são expressos por 8 indicadores e 36 componentes (RODRIGUES et al., 2000) organizados em matrizes de ponderação automatizadas, (Fig. 3), seguindo os mesmos procedimentos observados no Ambitec-Social.

## **Indicadores e componentes para avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica na agroindústria**

### **Alcance da tecnologia**

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica que influencia a atividade ou produto e é definido pela abrangência (o número total de estabelecimentos potencialmente beneficiados pela tecnologia) e a influência (porcentagem desses estabelecimentos aos quais a tecnologia se aplica). Esse é um aspecto geral da tecnologia, independentemente do seu uso local e, portanto, não está incluído nas matrizes de avaliação e deve ser obtido a partir das informações do projeto de desenvolvimento tecnológico. Todos os outros aspectos considerados para a avaliação do impacto ambiental da inovação tecnológica (eficiência, conservação ambiental, qualidade do produto e capital social) são representativos do efeito do uso local da tecnologia e devem ser obtidos do administrador/responsável adotante, com respeito à atividade e às condições específicas nas quais a tecnologia esteja efetivamente sendo aplicada.

### **Eficiência tecnológica**

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos materiais, sejam insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: uso de insumos químicos e materiais, uso de energia e uso de recursos naturais.

O uso de insumos químicos e materiais é composto pelo uso de matérias-primas e pelo uso de aditivos:

**Matérias-primas** – Avaliadas conforme alterações (decorrentes da aplicação da tecnologia) na quantidade de matéria-prima usada, sua disponibilidade e número de fornecedores (relação de dependência).

**Aditivos** – Também avaliados conforme alteração na quantidade, disponibilidade e número de fornecedores.

O uso de energia compõe-se de alteração no consumo de combustíveis fósseis, no de biomassa e no de eletricidade:

Combustíveis fósseis – Expressos como óleo combustível/carvão mineral, diesel, gasolina e gás.

Biomassa – Expressa como álcool, lenha/carvão vegetal, bagaço-de-cana e restos vegetais.

O uso de recursos naturais é avaliado em termos da necessidade, imposta pela tecnologia, de água para processamento e água incorporada ao produto.

### **Conservação ambiental**

A contribuição da tecnologia para a conservação ambiental é avaliada segundo seu efeito sobre a qualidade dos compartimentos do ambiente, representados por efeitos sobre a atmosfera, a geração de resíduos sólidos e contaminantes da água.

O efeito da tecnologia na qualidade da atmosfera é avaliado segundo alteração na emissão de gases de efeito estufa, material particulado e fumaça, odores e ruídos. Os efeitos da tecnologia sobre a geração de resíduos sólidos são avaliados conforme alterações da quantidade de resíduos reutilizáveis, recicláveis, usados para compostagem e descartáveis. Os componentes de efeito na água são a alteração na demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>, que se refere ao conteúdo orgânico das águas), na turbidez, despejo de espuma/óleo/materiais flutuantes e geração de lodo e borras.

### **Qualidade do produto**

Em qualidade do produto, avaliam-se as alterações provocadas pela tecnologia segundo o conceito de segurança alimentar (*food safety*), particularmente nos aspectos nutricionais e de saúde. A qualidade do produto é avaliada segundo alterações na presença de aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos. Relativamente às escalas de ocorrência, indica-se a escala pontual para referência a alterações que atinjam somente as etapas de produção, internas ao estabelecimento. Quanto à escala local, indica-se referência à distribuição, enquanto a escala do entorno refere-se ao consumo, alcançando além dos limites do estabelecimento.

## Capital social

O indicador relativo ao direcionamento social eventualmente fomentado na Empresa como consequência da adoção tecnológica reflete ganhos quanto à predisposição para realizar consultas e levantamentos para captação de demandas e anseios da comunidade local quanto ao papel social da Empresa (captação de demandas locais), à capacitação dos residentes e colaboradores, à realização de projetos de extensão comunitária e à divulgação da marca, via patrocínios e apoio à promoção de eventos.

## Referências

- BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: BISWAS, A. K.; GEPING, Q. (Ed.). **Environmental Impact Assessment for Developing Countries**. London: Tycooly International, 1987. p. 3-64.
- BOLEA, M. T. E. **Las evaluaciones de impacto ambiental**. Madrid: Centro Internacional de Formacion de Ciencias Ambientales (CIFCA), 1980. 100 p. (Cuadernos del CIFCA).
- CANTER, L. W. **Environmental Impacts of Agricultural Production Activities**. Chelsea, MI: Lewis Publishers, 1986. 382 p.
- CANTER, L. W. **Environmental impact Assessment**. New York: McGraw-Hill, 1996. 660 p.
- DEE, N.; BAKER, J.; DROBNY, N.; DUKE, K.; WHITMAN, I.; FAHRINGER, D. An environmental evaluation system for water resource planning. **Water Resources Research**, Washington, v. 9, n. 3, p. 523-535, 1973.
- IBAMA. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília, 1995. 134 p.
- LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B.B.; BALSLEY, J. R. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington, DC: US Geological Survey, 1971. (Circular, 645).
- LOWRANCE, R.; HENDRIX, P. F.; ODUM, E. P. A hierarchical approach to sustainable agriculture. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v. 1, n. 4, p. 169-173, 1986.
- LUTZ, E.; MUNASINGHE, M. Integration of environmental concerns into economic analyses of projects and policies in an operational context. **Ecological Economics**, New York, v. 10, n. 1, p. 37-46, 1994.
- OREA, D. G. Evaluación de Impacto ambiental. Madrid: **Editorial Agrícola Española**, 1998. 260 p.

PORTER, A. L. Technology assessment. **Impact Assessment**. v. 13, p. 135-151, 1995.

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.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II**: avaliação da formulação de projetos: versão I. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Boletim de Pesquisa, 10).

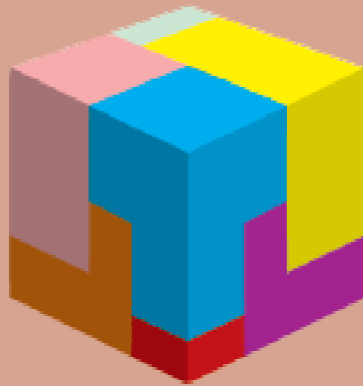
RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 93 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, I. A.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.; RAMOS FILHO, L.O. Gestão Ambiental de Atividades Rurais; Estudo de caso em agrorismo e agricultura orgânica. *Agricultura em São Paulo*. V. 53, N.1, p. 17-31. 2006.

ROSSI, R.; NOTA, D. Nature and landscape production potentials of organic types of agriculture: a check of evaluation criteria and parameters in two Tuscan farm-landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 77, p. 53-64, 2000.

SADLER, B. (Ed.). **Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance**. Quebec: Canadian Environmental Assessment Agency: International Association for Impact Assessment, 1996. 248 p.

SURHEMA-GTZ. **Manual de avaliação de impactos ambientais**. Curitiba: Secretaria Especial do Meio Ambiente, 1992.



# Avaliação de impacto sobre o conhecimento, sobre a capacitação e de impacto político-institucional da pesquisa da Embrapa

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques





# **Avaliação de impacto sobre o conhecimento, sobre a capacitação e de impacto político-institucional da pesquisa da Embrapa**

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques

## **Introdução**

Este capítulo apresenta a experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) na avaliação de impactos sobre o conhecimento, a capacitação e político-institucional. Descreve a metodologia utilizada e toma como referência uma revisão bibliográfica sobre o tema. A metodologia utilizada para avaliação de impactos dessa natureza é baseada na dimensão “capacitação” do método Esac, desenvolvido pelo Geopi/Unicamp como parte do projeto “Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos de Pesquisa”, do Programa de Políticas Públicas da Fapesp (FURTADO, 2003).

A Embrapa tem direcionado esforços para aprimorar a metodologia de avaliação de impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucional porque considera que os benefícios gerados pelas Unidades de temas básicos da Empresa criam, principalmente, benefícios intangíveis, que dificilmente podem ser medidos e demonstrados a partir das metodologias de avaliação tradicionais. A incorporação da avaliação de impactos dessa natureza revela a preocupação da Empresa em buscar avaliações com um enfoque multidimensional.

## **Impactos sobre o conhecimento – aspectos conceituais**

Segundo Thomas (2004), diretor do grupo de avaliação independente do Banco Mundial, o Brasil compete globalmente como grande produtor e exportador de produtos agrícolas e de matérias-primas. Juntas, agricultura e agroindústria representam 27 % do PIB,

cerca de 33 % do total das exportações e 47 % do emprego. Com as maiores extensões de terras agricultáveis restantes no mundo, o Brasil é um dos poucos países que têm potencial para aumentar sua participação no mercado global.

Mesmo com esse impressionante desempenho, a agricultura e o chamado setor primário ainda são postos em segundo plano quando se discutem os rumos do desenvolvimento do País. Isso ocorre tanto no Brasil quanto em grande parte dos países em desenvolvimento que procuram priorizar a indústria e a manufatura como forma de valorizar as exportações e modernizar a economia. Em um país como o Brasil, que abriga imenso potencial natural, esses recursos ainda carregam o estigma do baixo impacto sobre a economia. Há quem veja a abundância de recursos naturais como uma maldição, que desestimula a industrialização e resulta em uma inserção secundária na economia global.

Ainda segundo Thomas, a incompatibilidade entre uma base de recursos naturais e a economia do conhecimento é falsa. O potencial dos recursos naturais para o progresso tecnológico e o crescimento da produtividade são tão grandes como os de muitas manufaturas. Não se trata do que é produzido, mas de como é produzido. Com base em um estudo sobre recursos naturais e economia do conhecimento em países da América Latina e Caribe, o Banco Mundial ressalta que uma ampla rede de conhecimentos que gere inovação e facilite a adoção de tecnologias destaca-se como ingrediente crítico no dinamismo setorial.

A lição recorrente dos países que se desenvolvem a partir de seus recursos naturais e da teoria contemporânea é a necessidade de gerar um alto nível de capital humano e desenvolver uma capacidade de aprendizado e inovação nacional.

De acordo com Reis Velloso (2002), o conhecimento – a ciência, a tecnologia, a informação – é hoje considerado o fator de produção por excelência, determinante do progresso e da riqueza das nações.

Por sua vez, especialmente pelo aumento de escala, do custo da atividade científica e tecnológica e do reconhecimento da importância das inovações para o desenvolvimento das sociedades, os governos intensificaram suas políticas específicas para o setor e, em maior ou menor grau, adotaram uma postura de *accountability*.

A lógica é que se a maior parte do dinheiro que financia C&T é público, então as instituições beneficiadas devem ao poder público justificativas de seu uso (ZACKIEWICZ, 2003).

Nesse sentido, a Embrapa, como exemplo de instituição de pesquisa, desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento do País ao gerar conhecimento que se transforma em inúmeros benefícios para a sociedade. A avaliação de impactos da pesquisa da Embrapa demonstra isso todos os anos. Avaliar e monitorar os resultados de sua pesquisa, que se traduz em desenvolvimento, tem se tornado uma etapa no planejamento da Empresa.

A longa experiência acumulada em diversos estudos de avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais realizados na Embrapa nas últimas décadas foi fundamental para que as metodologias fossem aperfeiçoadas e o exercício de avaliar os impactos das tecnologias pudesse ser internalizado e sistematizado, tornando-se um processo.

Durante o período 2001–2007, houve grande esforço para avaliar impactos de pesquisa por meio de uma amostra de tecnologias avaliadas sob o ponto de vista econômico, social, ambiental e sobre o conhecimento. Pôde-se observar a magnitude dos resultados da pesquisa da Embrapa nas mais diversas áreas de conhecimento. O processo de avaliação de impactos revelou elevados níveis de benefícios econômicos para os produtores adotantes das tecnologias, um significativo número de empregos gerados para sociedade, melhorias importantes sob aspectos relacionados ao meio ambiente, à saúde, à nutrição, à renda e à qualidade de empregos.

Os impactos econômicos, sociais e ambientais – principalmente de produtos – já são demonstrados a partir do uso de metodologias adequadas, desenvolvidas por pesquisadores da própria Embrapa. As metodologias utilizadas em tal processo já são inclusive utilizadas como modelo por outras instituições de pesquisa no Brasil e no exterior. No entanto, havia ainda uma série de resultados de pesquisa que precisavam ser medidos de modo que seus impactos pudessem ser demonstrados à sociedade.

Em relação à avaliação de impactos econômicos, por exemplo, como salienta Pardey et al. (2004) referindo-se a Embrapa:

[...] a instituição é amplamente reconhecida atualmente, como exemplo entre outras instituições de pesquisa agrícola no mundo, pela utilização de medidas formais de avaliação como base para o estabelecimento de prioridades, fornecendo incentivos à equipe de cientistas e alocando recursos para a pesquisa. (PARDEY et al., 2004, p. 9).

A partir da experiência em avaliação de impactos dos últimos anos, pôde-se observar que as metodologias para a avaliação de impactos das tecnologias na Embrapa se demonstraram muito eficientes para tecnologias desenvolvidas por Unidades de pesquisa de produtos e agroflorestal ou agropecuária nas ecorregiões brasileiras e que sejam aplicadas no uso imediato. Em vista disso, os produtos das tecnologias dos centros de pesquisa da Embrapa que se traduzem, por exemplo, em variedades de cultivares, raças melhoradas geneticamente, vacinas para animais, máquinas e equipamentos, sistemas de produção e insumos são avaliados com facilidade por tais metodologias.

Mas a Embrapa possui também Unidades de pesquisa de temas básicos, que se caracterizam por gerar tecnologias mais específicas, como pesquisas que resultam em metodologias, softwares, alguns tipos de monitoramento ou, simplesmente, resultados que são insumos para novas pesquisas.

Os benefícios gerados por Unidades de pesquisa de temas básicos são mais difíceis de serem estimados, dada a dificuldade de encontrar uma metodologia que permita, de forma realista, avaliar os resultados do ponto de vista econômico, por exemplo. É o caso de tecnologias que promovem o enriquecimento ou fortificação de alimentos<sup>1</sup>. Sabe-se, no entanto, que essa tecnologia resulta em grande economia ao País, na medida em que, prevenindo doenças como a anemia, pode melhorar potencialmente a saúde da população.

Um outro caso de tecnologia gerada por uma Unidade de pesquisa de tema básico é o de um sistema computadorizado baseado no uso de imagens de satélite que monitora queimadas diariamente<sup>2</sup>. A utilização dessa inovação tecnológica permitiu a consolidação, a integração e a análise de séries históricas temporais, e isso deu

---

<sup>1</sup> “Procedimentos para Fortificação de Farinhas de Trigo e de Milho com Ferro”, tecnologia desenvolvida pela Embrapa Agroindústria de Alimentos.

<sup>2</sup> “Sistema Orbital de Alta Resolução Temporal para o Monitoramento de Queimadas”, tecnologia desenvolvida pela Embrapa Monitoramento por Satélite.

viabilidade à identificação e à caracterização da dinâmica de ocorrência de queimadas, com abrangências nacional, regional, estadual e/ou municipal. Tal análise, mais detalhada e integrada, proporcionou uma nova visão e compreensão do fenômeno das queimadas e viabilizará a formatação de políticas públicas específicas para cada caso.

Observa-se que o maior impacto de um programa tecnológico para o seqüenciamento genético de espécies estará, em geral, na capacitação criada em biologia molecular e em bioinformática, entre outras áreas. Mas há impactos econômicos, por exemplo, ligados à indústria de fornecedores de equipamentos e de material de laboratório, bem como à demanda por equipamentos de tecnologia da informação mais sofisticados e de maior densidade tecnológica. Cria-se, por assim dizer, uma demanda efetiva, que pode resultar em investimentos em substituição de importações em setores de alto conteúdo científico e tecnológico.

Se, por um lado, existe a dificuldade de avaliar economicamente os impactos dessas tecnologias, por outro, os produtos desses centros de pesquisa costumam resultar em grandes avanços sobre o conhecimento, além de elevados impactos sociais. Como ressalta Furtado (2003), avaliar tecnologias é, antes de tudo, compreender os mecanismos de produção e uso do conhecimento: quem e como se estará envolvido, quais os papéis e as expectativas e qual a abrangência esperada.

Ainda segundo o autor, as formas de relacionamento entre a pesquisa científica e a tecnologia e entre esta e a apropriação social do conhecimento (ou seja, a inovação) seguem muitos caminhos. A pesquisa científica pode interferir em diversos estágios do processo de inovação. Muitas vezes, é o avanço tecnológico que suscita perguntas que serão respondidas por meio da geração de conhecimento científico. A existência de *feedback*, que pode ser conhecido por meio da avaliação de impactos, entre a pesquisa e o sistema produtivo é um traço central do processo de inovação (KLINE; ROSENBERG, 1987).

Assim, essa natureza coletiva e complexa do processo de inovação é um princípio fundamental da busca por metodologias de avaliação mais aderentes à realidade e, portanto, com maior poder de interpretação de resultados e, acima de tudo, com maior potencial

de orientação das políticas públicas e privadas. É certo que impactos econômicos elevados são um forte argumento para o investimento em pesquisa, mas muitas vezes esses impactos são mitigados por motivos os mais diversos – custos ambientais e sociais, por exemplo.

Mas há situações nas quais o impacto econômico pouco revela sobre a importância de um programa de pesquisa. “A geração de capacitação em áreas estratégicas do conhecimento, por exemplo, é tempo dependente e seus impactos sobre a sociedade serão sentidos mais adiante. Tudo isto, tanto quanto os valores monetários expressos nos impactos econômicos, precisa ser demonstrado” (FURTADO, 2003).

Enfim, o uso de uma metodologia capaz de avaliar os impactos sobre o conhecimento gerados pelos centros temáticos proporciona resultados que permitem aos pesquisadores avaliar em que medida a pesquisa está tomando a direção desejada, se está cumprindo seu papel na promoção do bem-estar social ou de desenvolver insumos para novas pesquisas. Em muitos casos, os resultados encontrados a partir da avaliação de impactos sobre o conhecimento podem servir também de base para a formulação e orientação de políticas públicas para o setor agropecuário.

## **Avaliação de impactos sobre o conhecimento na Embrapa**

Em relação aos impactos sobre o conhecimento, Furtado (2003) ressalta que um projeto ou programa de P&D costuma gerar, em primeiro lugar, resultados científicos e tecnológicos, os quais são produtos intermediários do processo de inovação, antes que esses conhecimentos venham a ser aplicados em atividades socioproductivas.

O conhecimento, de acordo com Arimoto (2005), consiste em compreensão, descobrimento, aplicação e controle do conhecimento. Em outras palavras, aprendizagem, pesquisa, ensino, serviços e administração e gerenciamento. Dessas etapas, a pesquisa tem relacionamento com a especialização e a diferenciação sofisticada do conhecimento. Das várias funções do conhecimento, a descoberta do conhecimento é muito importante, uma vez que ela gera progresso

social com a produção de novo conhecimento, por meio da criatividade e originalidade. A função do conhecimento também pode ser relacionada com uma tipologia de produtividade: a descoberta do conhecimento está vinculada à pesquisa; a disseminação dele, ao ensino; e a aplicação do conhecimento está ligada ao serviço. Além disso, o controle do conhecimento pode ser relacionado à governança, inclusive à administração e à gestão.

Para Nuchera e Serrano (2006), o conhecimento seria o conjunto de habilidades, experiências e saberes que uma pessoa ou um grupo possui em relação a um determinado tema. Ainda segundo os autores, o conhecimento é um recurso que todas as organizações possuem e que reúne um conjunto de características interessantes: pode ser gerado, armazenado, utilizado, movimentado, desenvolvido. Enfim, pode ser administrado de diferentes formas. Assim, ele se constitui em um ativo estratégico para todas as instituições públicas e privadas. A gestão eficiente do conhecimento, no entanto, é necessária para que se possa incorporá-lo aos processos de inovação tecnológica.

A criação e a utilização de métodos de avaliação de impactos de programas tecnológicos fazem parte desse instrumental, pois se revela como ferramenta para a orientação de atividades de pesquisa e participação no processo de inovação (PAULINO et al., 2003).

No entanto, como aponta Zackiewicz (2003), o aprendizado tecnológico e outros ganhos indiretos se processam tanto no setor de pesquisa quanto no interior do setor produtivo, e esses aspectos são de difícil mensuração, pois dizem respeito a ativos intangíveis, mas de extrema importância para a geração e difusão de conhecimentos.

A literatura que trata do fenômeno da competência/conhecimento pode ser dividida em duas partes. Existe uma corrente da chamada "economia baseada no conhecimento", que adquiriu relevância ao longo da década de 1990. Essa corrente enfatiza a importância crescente do conhecimento para o desenvolvimento econômico. Seus desafios metodológicos consistem em definir as modalidades de conhecimento e as formas como circula esse conhecimento.



A segunda corrente diz respeito à constituição de competências/conhecimentos nas organizações e como esse conjunto repercute no desempenho competitivo dessas organizações. Trata-se de uma abordagem com raízes na literatura dedicada à economia industrial. Observa-se uma convergência metodológica com a abordagem anterior, no sentido de definir modalidades de competências/conhecimentos.

Os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCED) ressaltam uma mudança da economia baseada no conhecimento. Nesta, a produtividade e o crescimento são em grande parte determinados pelas taxas de progresso técnico e de acumulação de conhecimento. Nesse contexto, as redes ou sistemas de distribuição do conhecimento e da informação desempenham papel fundamental. Os setores de alta tecnologia ou conhecimentos intensivos tendem a ser os mais dinâmicos em termos de crescimento de produto e emprego, o que intensifica a demanda por trabalhadores relativamente mais qualificados. O aprendizado – dos indivíduos e das firmas – torna-se crucial para a realização da produtividade potencial das novas tecnologias e para o crescimento econômico no longo prazo (OECD, 1996).

As interações dentro desse sistema influenciam o desempenho inovador das firmas e países. O “poder de distribuição do conhecimento” do sistema, ou sua capacidade de assegurar um acesso rápido dos inovadores aos estoques de conhecimentos relevantes, cumpre papel fundamental nas economias baseadas no conhecimento:

Esforços na direção de quantificar e mapear os caminhos da difusão do conhecimento e da inovação estão apenas começando, mas são de fundamental importância, dado o papel de peça chave da performance econômica atribuído ao conhecimento. (OECD, 1996, p. 18).

Nesse contexto em que as economias são caracterizadas pela necessidade de aprendizado contínuo, tanto de informações codificadas quanto de competências para usar essas informações, o papel central do conhecimento coloca a necessidade de novos indicadores de:

- Capital humano.
- Estoques e fluxos de conhecimentos.

- Taxas de retorno do conhecimento.
- Redes de circulação do conhecimento.

Segundo Foray e Lundvall (1996), têm ocorrido grandes mudanças nos modos de produção e distribuição do conhecimento, aumento da importância relativa das redes de conhecimento e aceleração nos processos de aprendizagem, os quais afetam a economia como um todo e pedem por uma reavaliação de suas instituições fundamentais. Essas transformações podem ser vistas como parte de um processo de mudança socioeconômica, que avança na direção de uma economia em rede e baseada no aprendizado, na qual a oportunidade e a capacidade de acessar e participar de redes intensivas em conhecimento determinam o sucesso de firmas e indivíduos.

Na sociedade alicerçada no conhecimento, em que a economia de conhecimento se expande graças à interação entre economia e conhecimento, até este último pode ser manipulado na praça internacional. O crescimento de uma sociedade e de uma economia, baseadas no conhecimento, reforça claramente os efeitos da economia de conhecimento em todo o mundo (GUMPORT, 2002).

Georghiou e Roessner (2000) identificam três influências, correntes a partir da década de 1980, no desenvolvimento das abordagens de avaliação de programas tecnológicos, advindas das mudanças nas condições institucionais e da concepção do processo de inovação. São elas:

1. A convergência entre as tradições de avaliação interna (do tipo *peer review* e cientometria) e elementos oriundos de uma demanda crescente por avaliações adotadas de políticas públicas em geral (*accountability*, aferição de impactos sociais, ambientais, etc.).

2. A emergência de uma nova gestão pública que requer indicadores de desempenho e de programação das instituições e organizações.

3. A associação da produção científica com desempenho competitivo e a busca por meios efetivos para promover essa ligação.

Esses aspectos colocam dificuldades metodológicas no exercício de avaliação. Até que ponto se consegue atribuir impactos ditos “objetivos” a uma determinada intervenção (pública ou privada)? Um impacto se realiza apenas quando é observado e julgado. Assim – e no limite – sempre haverá um componente subjetivo, o do observador (avaliador) que equaciona e resolve o problema (julga) com critérios que, por definição, só serão válidos se forem socialmente aceitos. Então, se hoje os critérios são uns, amanhã poderão ser outros. Os critérios de julgamento têm profunda relação com os valores de uma sociedade. Sua objetividade é, portanto, uma construção social e, por definição, mutável (FURTADO, 2003).

A literatura, principalmente das escolas européias, tem corroborado essa noção, o que significa que os métodos não podem mais ser simplesmente igualados a técnicas para coleta de dados com subseqüentes protocolos de análise. Os impactos dos resultados da pesquisa são fenômenos complexos e dependentes do processo histórico e dos arranjos sociais. A escolha sobre o que é significativo medir, como e quando medir, e como interpretar o resultado é dependente do ponto de vista do avaliador, implícita ou explicitamente (GEORGHIOU; ROESSNER, 2000).

A construção de uma metodologia para avaliação de impactos sobre o conhecimento deve ser uma ferramenta e não um fim em si mesmo. Por isso, o método deve ser discutido no contexto do gerenciamento e da avaliação de políticas, e sua construção deve se apoiar em claras definições dos objetivos que justificam sua utilização. A questão não é simplesmente utilizar uma lista de indicadores, por exemplo, mas criá-los de modo a que respondam a determinadas necessidades analíticas do processo de tomada de decisão sobre programas científicos ou tecnológicos. No caso da Embrapa, os centros temáticos.

A legitimação social da ciência – e da tecnologia – é cada vez mais dependente de processos de avaliação que comprovem de forma mais convincente que há correlação positiva entre produção científica e bem-estar econômico e social.

## Adaptação do método Esac<sup>3</sup>

### O modelo do Geopi/Unicamp

A experiência do Geopi/Unicamp com o desenvolvimento da metodologia Esac contribuiu muito para a atual avaliação dos impactos sobre o conhecimento da pesquisa da Embrapa. O método Esac de Avaliação de Impactos da Pesquisa consiste na mensuração *ex post* da intensidade das transformações que um determinado programa de pesquisa e suas conseqüentes inovações desencadeiam em certos atores sociais. O método integra a avaliação das dimensões econômica, social, ambiental e de capacitação (Esac). Para avaliar os impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucionais, utilizou-se uma variação da dimensão “capacitação” do Esac.

Segundo os criadores da metodologia Esac, a concepção do método de avaliação de impactos procurou inspiração na tentativa de ir além das medidas convencionais – a relação *input/output*, a análise bibliométrica e a avaliação de retornos econômicos, por exemplo. Uma vez que o processo de inovação é incerto, complexo, envolto em fatores sociais e técnicos imponderáveis e pode derivar para trajetórias diferentes das planejadas, os objetivos da avaliação de impacto quase sempre se tornam alvos móveis. Assim, caracterizar os impactos como elemento da organização e da evolução dos sistemas de inovação passa a ser tão importante quanto medi-los em termos de qualidade e de quantidade.

A partir da revisão de literatura, os autores construíram uma tipologia das diferentes capacitações que podem ser geradas por programas de P&D. Essa tipologia foi elaborada com critérios, subcritérios e assim por diante, mostrando como cada capacitação pode ser desdobrada até seus elementos constituintes básicos, os quais serão utilizados como indicadores da criação, do aumento ou da diminuição de capacitações.

---

<sup>3</sup> Baseado no Cap. 3 do documento FURTADO, André Tosi (Coord.). **Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do Estado de São Paulo: métodos para avaliação de impactos de pesquisa.** Campinas: Unicamp – Departamento de Política Científica e Tecnológica, 2003. Relatório final de atividades programa de políticas públicas – Fapesp.

Durante um programa de P&D, são criados tanto conhecimentos tácitos quanto codificados. Os primeiros são responsáveis pela formação de capacitações e competências, que se encontram incorporadas nas pessoas e, portanto, numa forma intangível. Já os segundos são expressos na forma de produtos e resultados tangíveis, como artefatos, protótipos, artigos, patentes, etc.

Na tipologia apresentada, a aquisição de capacitação decorrente de um programa de P&D será mensurada pela análise da criação das duas formas de conhecimentos: tácitos e codificados. Os conhecimentos tácitos foram divididos em três tipos de capacitações – relacional, organizacional e científico-tecnológica –, e os conhecimentos codificados foram classificados como produtos e subprodutos da P&D. Assim, a criação de capacitações é percebida e mensurada a partir do aumento ou diminuição destes quatro grandes componentes ou critérios: capacitação relacional, capacitação organizacional, capacitação científico-tecnológica e produtos e subprodutos da P&D. Apresenta-se, a seguir, a estrutura de impactos da dimensão capacitação (Fig. 1). A concepção de “Impacto na criação de capacitação” foi vista a partir dos quatro componentes.

- a) **Capacitação relacional** – Capacidade de os atores criarem e manterem relações interinstitucionais, isto é, trocarem ativos tangíveis (dinheiro, artigos, artefatos, etc.) e intangíveis (conhecimento, experiências, etc.) com o ambiente externo.
- b) **Capacitação organizacional** – Capacidade de os atores manterem e desenvolverem mecanismos que assegurem o perfeito funcionamento das atividades internas da organização. Refere-se à capacidade de a firma se organizar internamente de forma a otimizar os processos de aprendizagem, a aprofundar a base interna de conhecimento e, ao mesmo tempo, a estar apta a se adaptar a mudanças.
- c) **Capacitação científico-tecnológica** – Capacidade de os atores gerarem e absorverem novos conhecimentos necessários à criação de inovações. Essa capacitação consiste no domínio das tecnologias de produção e na aptidão em inovar e em gerar conhecimentos técnico-científicos.

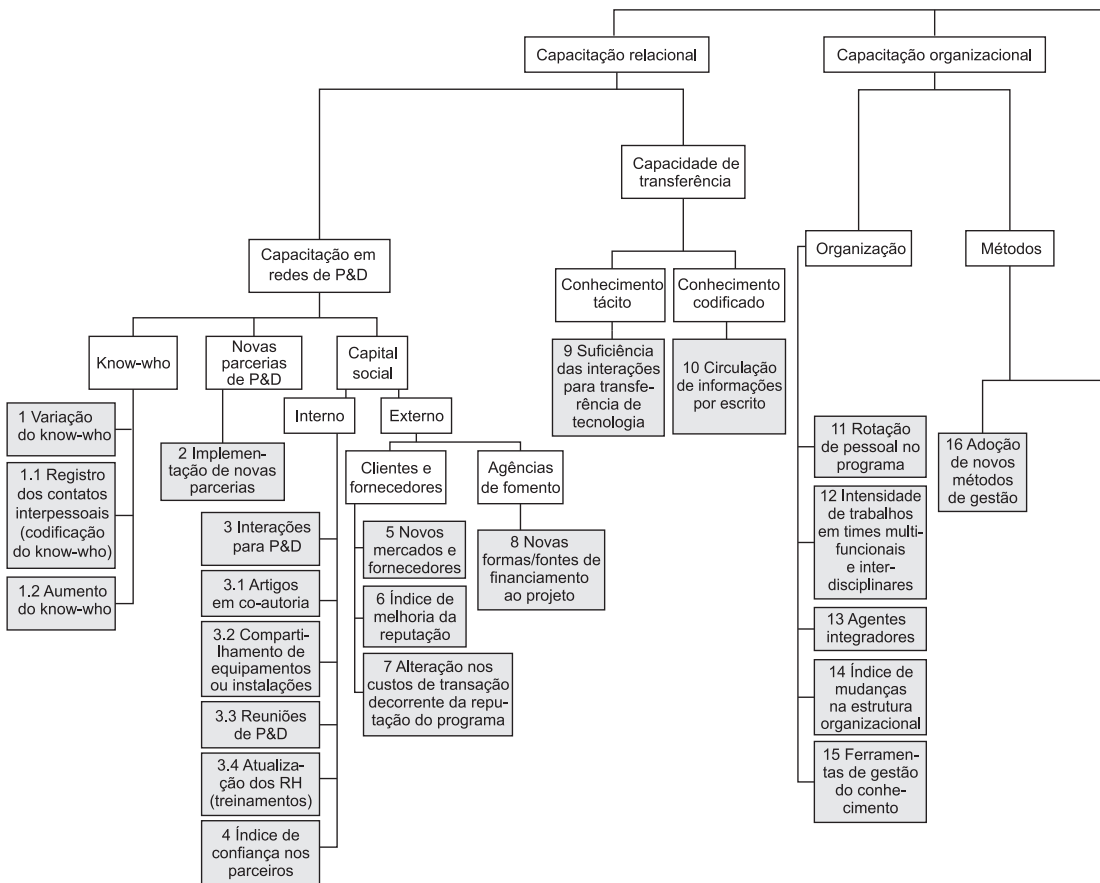
**d) Produtos e subprodutos da P&D** – São os artefatos visíveis e mensuráveis resultantes da pesquisa (desenvolvimento de novos métodos de pesquisa, publicações, patentes, novas variedades). Atividades de P&D, além de resultar em produtos, são processos dinâmicos cujos impactos podem ser tangíveis ou intangíveis.

É importante ressaltar que a dimensão de capacitação difere das demais dimensões do método Esac em alguns aspectos. A análise parte do pressuposto de que toda capacitação estudada deriva do programa de pesquisa avaliado. Dessa forma, os componentes básicos já foram construídos com aplicabilidade total e, portanto, a medida da participação está fora do campo de investigação dessa dimensão.

### **As dimensões conhecimento, capacitação e político-institucional na Embrapa**

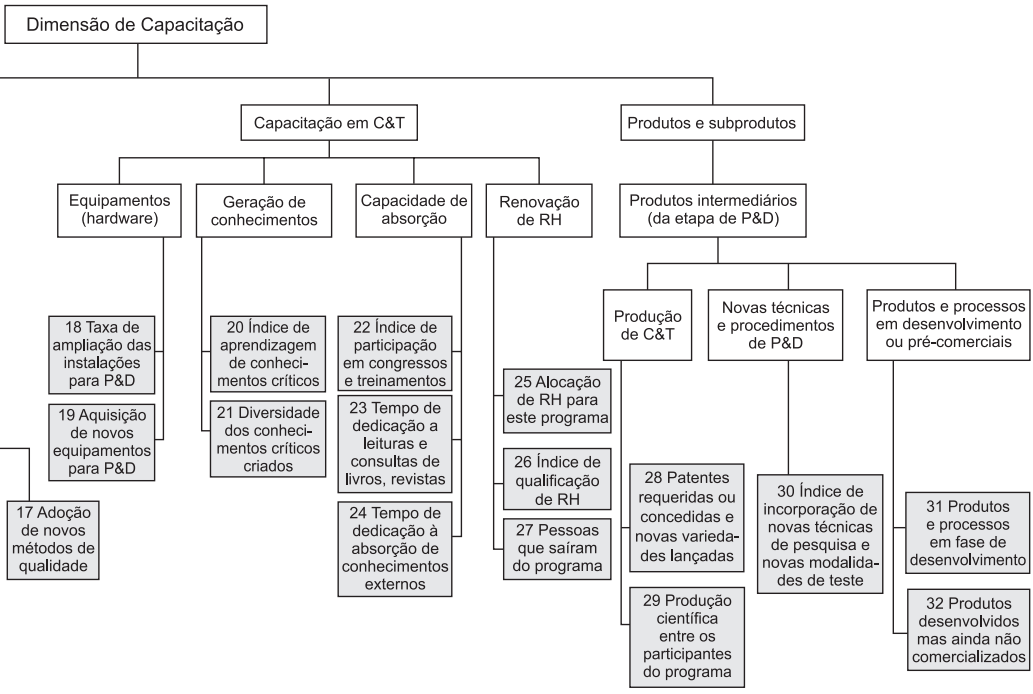
A metodologia para avaliar os impactos sobre o conhecimento, capacitação e político institucional usada na Embrapa é fortemente baseada na dimensão capacitação de metodologia Esac, por três motivos: a) a metodologia Esac é comprovadamente eficiente para avaliar impactos dessa natureza; b) a metodologia Esac é adequada à realidade da Embrapa; e c) vários técnicos da Embrapa participaram do projeto financiado pela Fapesp que deu origem ao método Esac. Daí a semelhança do método e de seus indicadores – especialmente com o Ambitec, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente – com o método Esac.

A metodologia de avaliação adotada na Embrapa tomou por base o método da Esac, mas agregou novos tipos de impactos – no conhecimento e nas políticas públicas ou gestão institucional (político-institucional), por exemplo. Essa dimensão reúne ao todo 21 indicadores (Fig. 1) que ajudam a identificar os impactos das tecnologias que geram um produto específico e de impactos difíceis de qualificar.



**Fig. 1.** Estrutura de impactos da dimensão capacitação.

Fonte: Furtado (2003).





A Fig. 2 apresenta a estrutura das dimensões avaliadas nos quesitos conhecimento, capacitação e político-institucional, e as Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os indicadores utilizados na Embrapa para avaliar os impactos nesses quesitos. O método é utilizado por todos os 37 centros de pesquisa da Embrapa localizados em território nacional. Anualmente, para fins de avaliação formal da Unidade<sup>4</sup>, cada centro de pesquisa avalia com o uso da metodologia no mínimo três tecnologias (AVILA et al., 2007).

Para manter certa coerência com o método Ambitec usado na avaliação de impacto nas dimensões ambiental e social, utiliza-se na avaliação a seguinte escala: muito negativo (-3): redução de mais de 75 %; negativo (-1): redução de mais de 25 % e menos de 75 %; sem mudança (0): sem alteração ou alterações que representam reduções ou aumentos de menos de 25 %; positivo (1): aumento de mais de 25 % e menos de 75 %; muito positivo (3): aumento de mais de 75 %.

Os consultados para a avaliação são pesquisadores, professores ou analistas que estejam diretamente relacionadas ao desenvolvimento da tecnologia ou que conheçam seus efeitos referentes aos impactos da natureza em estudo. A tecnologia é avaliada por, no mínimo, três pessoas.

### *A dimensão Conhecimento*

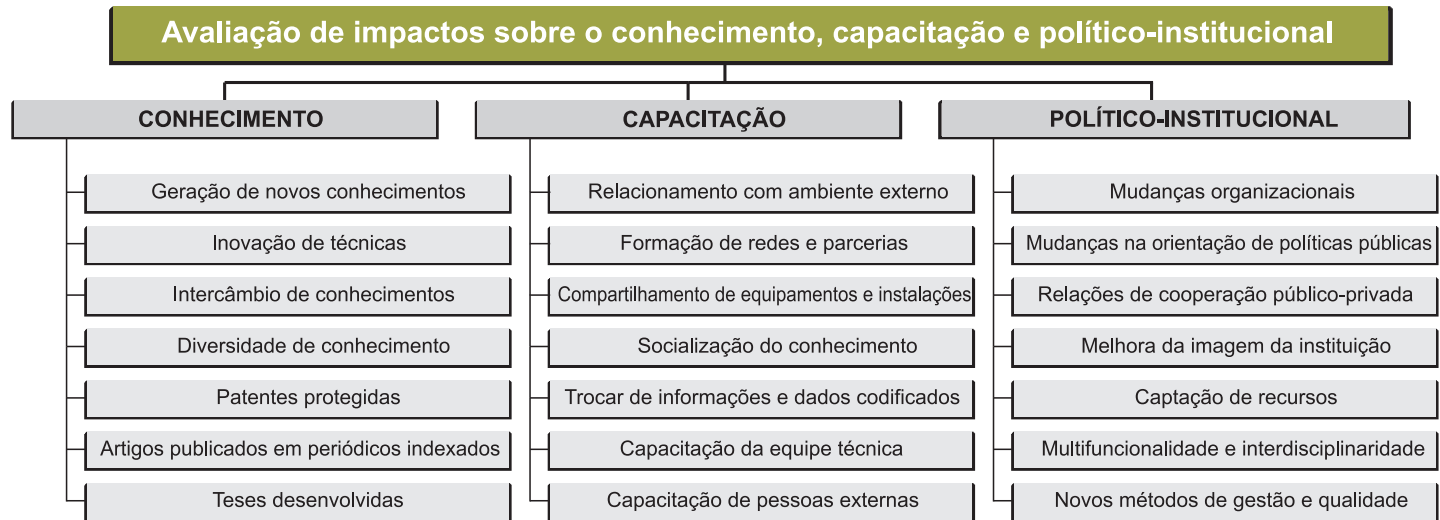
A dimensão conhecimento é composta de sete indicadores que abordam as questões relacionadas aos tipos de conhecimentos gerados e às formas de transferência desses conhecimentos.

A Tabela 1 mostra os indicadores utilizados na avaliação dos impactos sobre o conhecimento. Consideram-se os eventuais impactos em termos de melhoria na capacidade de criar e de participar de rede de P&D e de melhoria da capacidade de transferir esses conhecimentos para outros agentes.

A análise do conjunto de indicadores da Tabela 1 contribui para a avaliação dos impactos gerados pela tecnologia sobre o conhecimento. Os impactos sobre os frutos gerados pelas tecnologias podem ser avaliados a partir da quantidade de patentes registradas, do número de artigos técnico-científicos publicados em periódicos indexados e pelo número de teses desenvolvidas e defendidas que abordam a nova tecnologia.

---

<sup>4</sup> Os relatórios de avaliação de impactos são também avaliados formalmente e utilizados como um dos critérios que compõem o Sistema de Avaliação das Unidades (Sal), adotado pela Embrapa na avaliação de desempenho dos seus centros de pesquisa (PORTUGAL et al. 1999).



**Fig. 2.** Estrutura de impactos das dimensões conhecimento, capacitação e político-institucional.

**Tabela 1.** Impacto no conhecimento.

<b>Indicador</b>	<b>Se aplica (Sim/não)</b>	<b>Avaliador 1</b>	<b>Avaliador 2</b>	<b>Avaliador 3</b>	<b>Média</b>
Nível de geração de novos conhecimentos					
Grau de inovação das técnicas e métodos gerados					
Nível de intercâmbio de conhecimento					
Diversidade dos conhecimentos apreendidos					
Patentes protegidas					
Artigos técnico-científicos publicados em periódicos indexados					
Teses desenvolvidas a partir da tecnologia					

Fonte: Avila et al. (2008).

**Tabela 2.** Impacto na capacitação.

<b>Indicador</b>	<b>Se aplica (Sim/não)</b>	<b>Avaliador 1</b>	<b>Avaliador 2</b>	<b>Avaliador 3</b>	<b>Média</b>
Capacidade de se relacionar com o ambiente externo					
Capacidade de formar redes e de estabelecer parcerias					
Capacidade de compartilhar equipamentos e instalações					
Capacidade de socializar o conhecimento gerado					
Capacidade de trocar informações e dados codificados					
Capacitação da equipe técnica					
Capacitação de pessoas externas					

Fonte: Avila et al. (2008).

**Tabela 3.** Impacto político-institucional.

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Média
Mudanças organizacionais e no marco institucional					
Mudanças na orientação de políticas públicas					
Relações de cooperação público-privada					
Melhora da imagem da instituição					
Capacidade de captar recursos					
Multifuncionalidade e interdisciplinaridade das equipes					
Adoção de novos métodos de gestão e de qualidade					

Fonte: Avila et al. (2008).

### *A dimensão Capacitação*

A dimensão capacitação é composta de sete indicadores que abordam as questões relacionadas aos tipos de capacidades geradas e às formas de transferência dessas capacidades.

A Tabela 2 mostra os indicadores utilizados na avaliação dos impactos sobre a capacitação. Consideram-se os eventuais impactos em termos de melhoria na capacidade de criar e de participar de rede de P&D e de melhoria da capacidade de transferir esses conhecimentos para outros agentes.

Os impactos gerados a partir do indicador capacitação são avaliados com base na relação que o grupo desenvolvedor da tecnologia consegue estabelecer com o ambiente externo – por meio de reuniões, debates, etc. O número de parcerias e/ou a formação de uma rede de pesquisa ajudam a identificar a capacitação gerada pela tecnologia. A capacidade de compartilhar equipamentos e instalações dentro das instituições e com os parceiros constitui um indicador positivo, que pode ser comprovado por meio de convênios estabelecidos entre as instituições. A troca de conhecimentos tanto entre o grupo de pesquisa quanto com os parceiros envolvidos – bem

como a troca de informações e dados codificados – é fundamental para o desenvolvimento da tecnologia e pode ser conseguida com publicações de livros, artigos, videoconferências, etc. Já o número de capacitações tanto para a equipe técnica quanto para pessoas externas pode ser visualizado por meio de cursos, palestras, minicursos, seminários, eventos, etc.

### *A dimensão Político-Institucional*

A dimensão político-institucional é composta de sete indicadores que abordam as questões relacionadas à organização, à gestão e às políticas públicas resultantes da geração de uma tecnologia.

A Tabela 3 mostra os indicadores utilizados na avaliação dos impactos político-institucionais. Tal avaliação é realizada com base em evidências de que houve impactos organizacionais – na melhoria na capacidade de gestão, por exemplo –, seja de projetos, seja do próprio Centro. Nessa dimensão, incluem-se também os impactos na formulação de políticas públicas, nas relações com outras instituições e na própria imagem da Embrapa.

Os impactos político-institucionais são mensurados a partir de mudanças que a tecnologia promoveu na organização ou no marco institucional da empresa geradora. Outras formas de medir esse tipo de impacto são as mudanças nas orientações das políticas públicas com a implementação de novos programas de governo. O estabelecimento de cooperações público-privadas por meio de convênios e parcerias, somado à capacidade de captar recursos, também ajuda a verificar a ocorrência desse tipo de impacto. A melhora da imagem da instituição por meio da maior divulgação nos meios de comunicação, por exemplo, é uma das formas de avaliação da tecnologia. A multifuncionalidade e a interdisciplinaridade das equipes podem ser verificadas a partir da quantidade e da diversidade de profissionais envolvidos na geração da tecnologia. Quando a tecnologia gerada contribui para a adoção de novos métodos de gestão e de qualidade, por meio de novos instrumentos de gestão, novas metodologias, etc., isso contribui para aumentar o impacto sobre a dimensão político-institucional.

## Conclusão

O desenvolvimento da metodologia de avaliação de impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucional teve como intuito, especialmente, avaliar os impactos das unidades de pesquisa de temas básicos da Embrapa, uma vez que a experiência dos últimos anos em avaliação de pesquisa na Empresa revelou a dificuldade das metodologias tradicionais em captar os benefícios gerados pela pesquisa de centros dessa natureza.

No entanto, a análise dos relatórios de impactos disponibilizados por todas as Unidades de Pesquisa da Embrapa revelou que a metodologia é eficiente para avaliar os impactos no conhecimento, na capacitação e político-institucionais da pesquisa gerada também pelas unidades de pesquisa de produtos e pelas unidades agroflorestais ou agropecuárias nas ecorregiões brasileiras.

Ressalta-se também que, em termos institucionais, um dos maiores ganhos para a Embrapa com a avaliação de impactos sobre o conhecimento é tornar a avaliação de impactos dessa natureza, sobretudo para as unidades de pesquisa de temas básicos, um processo internalizado e sistematizado. A avaliação de impactos é antes de tudo um instrumento que permite, a partir dos resultados obtidos, definir os rumos da pesquisa de modo a corrigir efeitos negativos e a maximizar os benefícios transferidos à sociedade e, mais particularmente nesse caso, já que se trata de conhecimento, à comunidade científica.

Os próximos passos no processo de avaliação de impactos da Embrapa é o aprimoramento da avaliação, que hoje é feita, dos impactos no conhecimento, capacitação e político-institucional. Esse aprimoramento da metodologia ocorrerá em articulação com as equipes de impacto localizadas nos centros de pesquisa da Embrapa, em especial no âmbito dos centros temáticos que desenvolvem mais pesquisa básica e produtos de difícil mensuração. Em tal processo, a Embrapa deverá contar o apoio de expertos nacionais e internacionais, como os do Geopi/Unicamp.

Espera-se que ao final do processo de melhoria na avaliação desses impactos se obtenha um modelo estruturado, similar ao que existe na Embrapa para a avaliação de impactos sociais e ambientais – metodologias Ambitec-Social e Ambitec, respectivamente.

## Referências

- ARIMOTO, A. Observações sobre o relacionamento entre a função do conhecimento e o papel da universidade. In: **Sociedade de conhecimento versus economia de conhecimento**: conhecimento, poder e política. Brasília: UNESCO: SESI, 2005. 212 p.
- AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (ORG.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela empresa**: metodologia de referência. Brasília, DF: Empresa Informação Tecnológica, 2007. (no prelo).
- FORAY, D.; LUNDEVALL, B. A. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: **Employment and growth in the knowledge-based economy**. Paris: OECD, 1996. p. 11-32.
- FURTADO, A. T. **Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do estado de São Paulo**: métodos para avaliação de impactos de pesquisa, dimensão capacitação. Campinas, SP: UNICAMP- GEOPI2003. p. 45-60.
- GEORGHIOU, L.; ROESSNER, D. Evaluating technology programs: tools and methods. **Research Policy**, Atlanta, v. 29, n. 4/5, p. 657-678, apr. 2000.
- GUMPORT, P. Universities and knowledge: restructuring the city of intellect. In: BRINT, S. (Ed.). **The future of the city of Intellect**: the changing American University. Stanford: Stanford University Press, 2002. p. 47-81.
- KLINE, S.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Ed.). **The positive sum strategy**. Washington, DC: National Academy of Press, 1987. p. 275-306.
- NUCHERA, A. I.; SERRANO, G. L. La importancia del conocimiento científico y tecnológico en el proceso innovador. **Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología**. n. 39, nov./dic. 2006. Disponível em: <<http://www.madrimasd.org/revistarevista39/tribuna/tribuna1.asp>>. Acesso em: 03 dez. 2007.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **The knowledge-based economy**. Paris: OECD-GD, 1996. 46 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: SEMINARIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA ALTEC, 10., 2003, Cidade do México. **Anais...** Cidade do México: Altec, 2003. p.1-16.
- ARDEY, P.; ALSTON, J. M.; CHAN-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; VOSTI, S. A. **Assessing and attributing the benefits from varietal improvement research in Brazil** international food policy research institute. Washington, DC: Department of Justice, 2004. 90 p. (Research report, 136).

PORTUGAL, A. D.; AVILA, A. F. D.; CONTINI, E.;SOUZA, G. S. Sistema de avaliação e premiação por resultados. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 49, n.3, p.59-83, 1999.

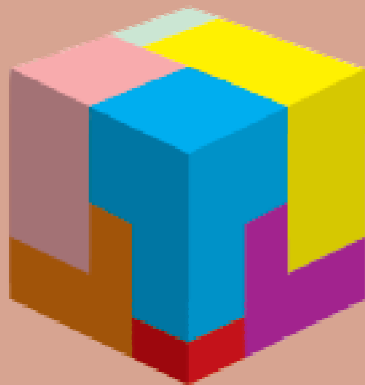
REIS VELLOSO, J. P dos. **O Brasil e a economia do conhecimento**. Rio de Janeiro: J.Olympio, 2002. 572 p.

THOMAS, V. Elas começaram no agronegócio. **Revista Agro Exame**, São Paulo, 1 set. 2004.

ZACKIEWICZ, M. Coordenação e organização da inovação: perspectivas do estudo do futuro e da avaliação em ciência e tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF,n.17, p. 193-214, set. 2003.







Análise dos impactos econômicos,  
sociais e ambientais da máquina  
extratora de água de  
coco verde: considerações  
sobre a cadeia produtiva

Morsyleide de Freitas Rosa  
Maria Cléa Brito de Figueiredo  
Adriano Lincoln Albuquerque Mattos  
Carlos Roberto Machado Pimentel



# Análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais da máquina extratora de água de coco verde: considerações sobre a cadeia produtiva<sup>1</sup>

Morsyleide de Freitas Rosa  
Maria Cléa Brito de Figueiredo  
Adriano Lincoln Albuquerque Mattos  
Carlos Roberto Machado Pimentel

## Introdução

Cadeia produtiva é um agrupamento de empresas e/ou uma seqüência de setores econômicos ou atividades fortemente conectadas, unidos entre si por relações significativas que envolvem fluxos correntes de consumo/fornecimento. A análise de uma cadeia produtiva possibilita uma visão integrada de setores que trabalham de forma inter-relacionada, dando especial relevância às diferentes formas de interdependência entre eles (HAGUENAUER; PROCHNIK, 2000).

Karlsson e Westin (1994), descrevem que a análise da evolução das cadeias deve considerar (i) fatores relacionados à macroestrutura em que a cadeia está inserida, os condicionamentos impostos por essa macroestrutura e o acesso dos agentes da cadeia aos seus elementos; (ii) diversos tipos de processos que ocorrem no interior das cadeias (compras e vendas, troca de informação, estabelecimento e repactuação de acordos e normas de conduta, etc.) e (iii) comportamentos dos agentes formadores da cadeia, bem como de organizações estreitamente associadas.

A metodologia de delimitação de cadeias produtivas baseia-se na identificação de conjuntos de setores fortemente interligados por relações de compra e venda e com ligações relativamente mais fracas com

---

<sup>1</sup> Capítulo elaborado utilizando como referência a tecnologia *Extração mecanizada para conservação da água-de-coco*, desenvolvida pelo centro. Esta versão incorpora melhorias no texto original, tomando por base o relatório de impacto dessa tecnologia, elaborado em 2004.

setores de outros conjuntos. A delimitação é realizada pelo método de associação dos setores em cadeias, formando uma matriz de transações.

A dinâmica da cadeia produtiva da água-de-coco envasada, como as demais cadeias, é marcada por um conjunto de atores que desempenham funções específicas. A Fig. 1 esquematiza os setores e elos inter-relacionados de maior importância. Nas seções a seguir, apresenta-se um exemplo de análise de impactos econômicos, ambientais e sociais da tecnologia desenvolvida pela Embrapa Agroindústria Tropical, denominada “Extração mecanizada da água de coco verde”, no âmbito da empresa processadora de água-de-coco, realizando considerações sobre os possíveis impactos dessa tecnologia na cadeia produtiva da água-de-coco envasada.

### Produção e agroindustrialização do coco

O início da década de 1990 foi decisivo para o incremento do consumo de água de coco verde no País. A busca por uma melhor qualidade de vida levou o público consumidor a procurar alternativas mais saudáveis aos refrigerantes e sucos industrializados. Paralelamente, ocorreu a abertura do mercado brasileiro às importações, o que fez as indústrias processadoras de coco seco nordestinas adquirirem sua matéria-prima em mercados asiáticos e africanos, que apresentavam preços mais competitivos.

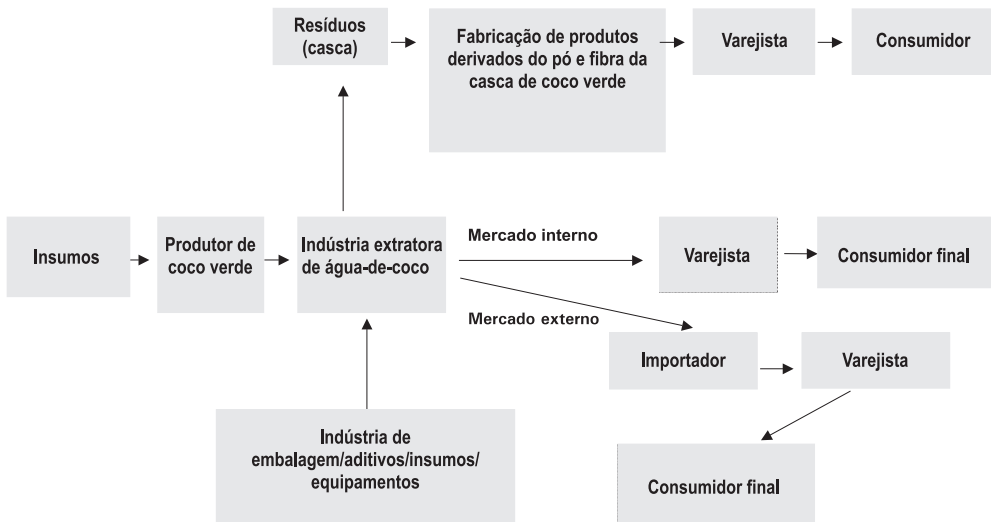


Fig. 1. Cadeia produtiva da água-de-coco (CASCA..., 2000).

O volume de cocos secos sem casca importados pelo Brasil, que em 1990 era de 1.684 toneladas, aumentou para 16.844 toneladas em 1995 (BRASIL, 2005). Como consequência, o preço interno do coco seco reduziu-se fortemente. Na década de 1980, o preço médio do coco seco era de 345,00 R\$/1.000 frutos; caiu na década de 1990 para 237,00 R\$/1.000 frutos (IBGE, 2005). A redução no preço afetou fortemente os produtores sem condições de competir com o produto importado da Ásia e da África.

Para atenuar o problema, os produtores de coco passaram a destinar uma parcela cada vez maior de sua produção para o consumo in natura nas regiões praianas e urbanas do País. Como o mercado apresentou-se altamente promissor, logo surgiram pequenos empreendedores dispostos a oferecer a água-de-coco em garrafas e copos plásticos ou em forma de cubos de gelo, ampliando os pontos de venda das praias e sinais de trânsito para estabelecimentos comerciais de pequeno e médio e até grande porte. Em julho de 2002, já eram consumidos no País cerca de 93.480.000 litros/ano de água-de-coco envasada (informação verbal)<sup>2</sup>.

O consumo de água-de-coco representa hoje um mercado crescente que estimula novas plantações não só no Nordeste, mas também em toda a região litorânea e até nos estados mais centrais do Brasil. O aumento da escala produtiva da água-de-coco envasada passou a ser uma tendência natural do produto.

A análise do comportamento histórico da oferta de coco verde no mercado demonstra crescimento significativo. Com referência à área plantada, informações do Sindicato Nacional de Produtores de Coco dão conta do expressivo crescimento dos plantios, que elevou a área plantada no País com a variedade Anã (destinada à água-de-coco) para cerca de 85 mil hectares. Isso reflete claramente o consumo crescente de água de coco verde in natura e, principalmente, industrializada.

Em função da demanda do setor de água de coco verde envasada, a Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu uma máquina extratora de água de coco verde capaz de conferir ganhos de escala para essa etapa de operação industrial.

---

<sup>2</sup> Comunicação pessoal feita pelo Grupo de Coco do Vale do São Francisco em 2002.

## Máquina extratora

A etapa de extração da água-de-coco é um dos principais entraves dentro da linha de produção de uma empresa envasadora. Atualmente, são utilizados os métodos de abertura com facões, furador manual e furador com alavanca.

O mais comum na região Nordeste é o uso do facão para a abertura do coco, o que representa um alto risco de acidentes de trabalho, além de risco de contaminação da água com impurezas que comprometem a qualidade final do produto. Com a utilização da abertura de coco com facões, as empresas processam em média 525 litros de água por pessoa empregada na fase de extração da água, o que equivale, em média, à abertura de 1.500 frutos por turno de oito horas.

Visando ao aumento da produtividade, da segurança e da qualidade do produto obtido no processo de extração da água de coco verde, a Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu, em parceria com a Finep, Sebrae/CE, Sindifruta e produtores de água de coco verde envasada, um equipamento para a mecanização desse processo.

O equipamento permite uma alta produtividade, com vazão nominal de 600 a 700 litros de água-de-coco por hora, o que equivale em média à abertura de 2.400 frutos/hora. O princípio de funcionamento é baseado no corte transversal do fruto, com divisão do coco ao meio, para permitir escoar a água sobre um sistema de peneiras que visam a eliminar os fragmentos de cascas. A lâmina de corte é de aço inoxidável temperável dotado de quatro faces de corte, e o acionamento é eletromecânico por sistema de moto-redutor de alto torque.

A máquina extratora foi construída de forma a aumentar a produtividade de pequenas e médias empresas do setor, eliminando riscos de acidentes de trabalho e reduzindo o tempo de processo, além de minimizar a contaminação microbológica e as reações bioquímicas indesejáveis.

O uso da tecnologia melhorada apresenta várias vantagens sobre a tecnologia tradicional:

- a. Aumento da produtividade.
- b. Redução dos riscos de acidentes de trabalho.
- c. Melhoria na qualidade da água preservando as características de aroma e sabor.
- d. Redução dos custos de produção por unidade processada.

A máquina extratora de água de coco verde teve sua importância como tecnologia a serviço da agroindústria familiar reconhecida com o prêmio RURAL TECH – Mostra Internacional de Tecnologias para o Agronegócio em Londrina – Paraná em 1999.

Atualmente, a tecnologia da extração mecanizada de água-de-coco é adotada por seis empresas processadoras localizadas nos estados do Ceará, de São Paulo, de Sergipe, da Bahia, do Espírito Santo e do Rio de Janeiro. As empresas de Sergipe e do Ceará utilizam duas máquinas extratoras em seu sistema de produção e as demais, apenas uma.

Com relação à produção de água envasada, observa-se que, em média, as empresas processadoras atuais produzem, cada uma, 2.800 litros diários, aproximadamente. As empresas que utilizam a máquina extratora produzem 4.800 litros diários. São gerados impactos positivos para o consumidor, uma vez que há redução do tempo de exposição da água-de-coco ao ar, reduzindo as possibilidades de contaminação microbiana. Quando esse processo de abertura é associado à utilização de métodos de conservação da água que não fazem uso de conservantes, como a tecnologia de Métodos Combinados para Conservação da Água-de-coco desenvolvida pela Embrapa Agroindústria Tropical, o impacto positivo é potencializado: há melhorias no sabor e no aroma e aumento da vida de prateleira da água envasada para 60 dias. O aumento da vida de prateleira possibilitou a ampliação do mercado, pois tornou possível atingir consumidores de diferentes segmentos, inclusive com a exportação de água de coco e de outras bebidas derivadas.

Nesse aspecto, o varejo deverá desempenhar um importante papel no aumento do consumo, uma vez que ofertará o produto com alto apelo promocional (bebida saudável) em diferentes embalagens e em diversos tamanhos. Essa produção terá reflexo na indústria de embalagens/aditivos, uma vez que haverá um aumento na procura desses insumos. A produção também terá reflexo no setor agrícola, uma vez que o resíduo (cascas) poderá ser aproveitado como substrato agrícola, evitando problemas ambientais.

## **Metodologia para análise de impactos em cadeias produtivas**

Nos últimos anos, a globalização tem promovido transformações econômicas e sociais, que estão afetando as formas atuais de concor-



rências e estruturas produtivas de parte das atividades econômicas. Essa situação tem proporcionado uma reestruturação tecnológica, organizacional e comercial como forma de manter a competitividade. As empresas que compõem a indústria de alimentos têm sido alvo das maiores transformações que buscam manter o mercado diante dos novos concorrentes.

No plano do mercado final de alimentos, o fortalecimento de três tendências básicas tem sido observado: menor passividade e maiores graus de conscientização e de exigência dos consumidores diante da diversidade de oferta; fragmentação dos mercados de produtos alimentares e a crescente importância dos atributos de qualidade; locais de compra, em que se observa a crescente participação dos supermercados na distribuição.

Diante das mudanças observadas, as análises de retorno das tecnologias desenvolvidas nas instituições de pesquisas necessitam considerar todos os efeitos ao longo da cadeia produtiva, como forma de conhecer os impactos nos diversos elos existentes.

Os referenciais teóricos até então utilizados para estudar as taxas de retorno da pesquisa agropecuária têm utilizado a teoria do excedente econômico. Para tanto, consideravam os impactos apenas no caso do produtor da matéria-prima, sem considerar seus efeitos nos demais elos da cadeia produtiva.

A análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais nos diversos elos da cadeia produtiva poderá ser realizada considerando os aspectos quantitativos e qualitativos. Os aspectos quantitativos devem levar em conta os custos e benefícios do uso da nova tecnologia nos diversos elos da cadeia.

Esse tipo de avaliação de impactos no contexto da cadeia foi recentemente desenvolvido por Ávila et al. (2001) na avaliação *ex-ante* dos impactos econômicos, sociais e ambientais das pesquisas em biotecnologia da Embrapa, nas culturas de soja, algodão, feijão, mamão e batata. Foram identificados os principais impactos nos diversos segmentos das cadeias dos cinco produtos estudados sem, entretanto, uma quantificação mais apurada de tais impactos, dado o caráter exploratório do trabalho. Para a análise de cadeias produtivas, recomenda-se a consulta ao livro elaborado por Castro et al., (1998), que apresenta uma série de estudos sobre cadeias produtivas de interesse da pesquisa agropecuária.

No caso de estudos de cadeias, vale ainda destacar o recente livro lançado pela Embrapa sobre competitividade de cadeias produtivas no Brasil, embora não trate diretamente da questão da avaliação do impacto de inovações tecnológicas selecionadas, como é o caso da proposta deste documento (VIEIRA et. al., 2001). Entretanto, como o referido livro trata da competitividade de 11 cadeias (algodão, cacau, arroz, café, feijão, leite, mandioca, milho, soja, tomate industrial e trigo) e em três níveis tecnológicos dos sistemas de produção (atual, melhorado e potencial), é importante que esse tipo de estudo seja levado em conta na análises dos impactos econômicos das tecnologias selecionadas aqui previstas.

Para a compreensão do processo de articulações das cadeias, não se pode deixar de conhecer como as tecnologias são geradas, difundidas e transformadas. Além disso, deve-se focalizar como os tomadores de decisões nos institutos de pesquisa preocupam-se com o conceito de *agribusiness* para atuar de modo equilibrado, gerando tecnologias orientadas para o mercado. Nesse sentido, o pesquisador passa a considerar importante para o produto que está desenvolvendo diversos aspectos, como: vida de prateleira, resistência ao manuseio, introdução de atributos valorizados por determinados mercados, tecnologias de manejo, desenvolvimento de novas embalagens, sistemas alternativos de transportes, etc.

Considerando a importância de conhecer os impactos econômicos em todos os elos do segmento produtivo, desde a produção até o consumidor final, propõe-se a seguinte metodologia de análise:

Os principais elos que compõem a cadeia produtiva devem ser considerados para efeito de análise, tanto a jusante quanto a montante. Em outras palavras, ao se considerar, por exemplo, uma tecnologia para o produtor rural, tem-se a montante a indústria de insumos, a assistência técnica e a pesquisa e, a jusante, a indústria de processamento, distribuição (atacadista, varejista) e consumo final.

No estudo de cadeias produtivas, deve-se considerar a seqüência vertical relativa às etapas de produção, transformação e distribuição e deve-se concentrar na contribuição do que cada etapa participa na formação do produto de consumo final.

As cadeias produtivas devem ser vistas como um encadeamento de ações, o que abre espaço para a teoria dos custos de transações de Williamson (1985), que permite avaliar cada ação ao longo da cadeia como um contrato entre os agentes envolvidos. Além disso, qualquer tecnologia ao ser avaliada no enfoque de cadeias produtivas

tem que estar direcionada para o consumidor final. Se ela não tiver esse objetivo, os custos envolvidos em sua adaptação serão elevados e talvez impeditivos para uma atuação competitiva.

Com relação ao produtor, o pesquisador deve considerar as situações anterior e posterior à tecnologia. Na situação anterior, o pesquisador poderá utilizar levantamento de campo feito com os produtores que não adotaram a tecnologia. Deve considerar também os produtores que utilizam a nova tecnologia. No levantamento, deve procurar verificar os efeitos da tecnologia utilizada no meio ambiente, além dos impactos econômicos e sociais.

O pesquisador deve considerar todos os custos com a pesquisa, identificando a participação percentual de todos os envolvidos. Esse item deve mostrar a participação real da pesquisa. Deve-se considerar apenas os custos com a tecnologia, não com a unidade de pesquisa como um todo.

Na parte de processamento, deve-se usar o mesmo método de levantamento, procurando identificar os impactos sobre cada um dos segmentos. Nesse caso, deve-se priorizar os segmentos mais representativos para evitar problemas nas análises.

Com respeito a distribuição e consumo, deve-se procurar levantar dados nos principais segmentos. No caso do consumo, dependendo da tecnologia em estudo, deve-se avaliar os impactos sobre a qualidade do produto e a saúde do consumidor, após a adoção tecnológica, comparativamente à situação anterior.

## **Considerações sobre os impactos da tecnologia da máquina extratora na cadeia da água-de-coco envasada**

No estudo, consideraram-se os principais elos da cadeia, ou seja: setor produtivo, máquina extratora de água, produção de resíduos, setor varejista e consumidor. Dentro desses setores, são identificados os seguintes impactos:

### **a) Setor produtivo**

Com a adoção da máquina extratora de água-de-coco, observa-se que as empresas processadoras têm procurado selecionar a matéria-prima (coco). Em função da capacidade de produção da máquina, as empresas não estão adquirindo cocos com uma quantidade de água inferior a 350 mL por unidade. Algumas empresas estão estipulando o

preço de acordo com a quantidade de água existente no coco. Essa situação tem proporcionado uma mudança na tecnologia diretamente na produção. Para garantir o mercado, os produtores passaram a adotar novas práticas culturais, bem como a elaborar um planejamento que requer mão-de-obra mais capacitada para a colheita.

Pode-se também prever que haverá um aumento na procura de coco verde em curto e médio prazos, o que implicará no aumento da área plantada, com geração de emprego e renda. O impacto ambiental desse aumento de produção irá depender dos métodos de produção utilizados pelo produtor rural. Caso sejam utilizadas técnicas agrícolas capazes de ampliar a produtividade por hectare, não será necessário o desmatamento de novas áreas para atenderem à maior demanda por coco verde.

#### **b) Setor de processamento**

Com o uso da máquina extratora de água, observa-se uma redução de 60 % da mão-de-obra utilizada na extração da água. Isso não significa que a tecnologia seja poupadora de mão-de-obra, uma vez que poderá ocorrer um deslocamento do uso dela para outras atividades.

A redução das demandas por mão-de-obra e área construída possibilita às empresas ampliarem sua capacidade produtiva a um custo relativamente baixo. Esse aumento de escala tem reflexos na qualidade do produto, pois há uma redução do tempo de estoque na unidade produtora, resultante da maior velocidade de atendimento dos pedidos. Da mesma forma, com o aumento do mercado, a empresa passa a estar apta a atender clientes de maior porte e mesmo a exportar o produto, pois em combinação com as demais técnicas de conservação da água-de-coco, podem-se obter produtos com vida de prateleira de até 60 dias.

#### **c) Mercado varejista**

Com o aumento da vida de prateleira, o mercado poderá ser ampliado atingindo vários tipos de consumidores. Nesse aspecto, o varejo deverá desempenhar um importante papel no aumento do consumo.

#### **d) Consumidor final**

O uso de novas tecnologias no processamento e na conservação de água-de-coco proporcionará o consumo de produtos de qualidade a custos mais baixos.

## **e) Outros efeitos esperados**

Com o aumento da vida de prateleira, o mercado consumidor poderá ser ampliado para outros países, o que acarretará aumento da receita de exportação.

## **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da tecnologia na unidade de processamento de água-de-coco**

A análise de impactos econômicos, sociais e ambientais foi aprofundada para a etapa de processamento de água-de-coco onde a tecnologia da máquina extratora é utilizada. Os resultados dessa análise são apresentados a seguir.

### **Impactos econômicos**

A indústria processadora de coco verde no Brasil possui uma produção anual estimada pelo Sindicoco em 93.480.000 litros de água-de-coco, o que representa cerca de 10 % do volume total de água-de-coco produzida. O restante é consumido na forma de produto in natura.

Considerando a produtividade média brasileira de 7.286 frutos/ha.ano obtida em 2004 (IBGE, 2005), são necessários aproximadamente 362 hectares de área plantada com coco verde para abastecer anualmente uma empresa processadora que utilize uma máquina extratora proposta. Admite-se que o rendimento efetivo da máquina é de 10.000 cocos/dia, o que resulta em 1.056.000 litros de água-de-coco por ano.

Como descrito anteriormente, em 2005 seis empresas utilizavam a extração mecanizada da água-de-coco.

Considerando as estimativas feitas em 2003 pela Associação Brasileira de Produtores de Coco (Abrascoco), a área destinada à produção de coco verde corresponde a 85.500 ha, aproximadamente. Assim, podemos concluir que cerca de 3,4 % da produção brasileira de coco verde é absorvida por empresas que se utilizam da tecnologia da máquina extratora de água-de-coco.

A tecnologia da extração mecanizada para conservação da água-de-coco por métodos combinados visa principalmente à redução da mão-de-obra (MDO) empregada nessa etapa do processo de envase.

Tomando por base uma empresa com capacidade instalada para o beneficiamento de 10.000 cocos/dia, observa-se que o emprego da extração mecanizada implica na ocupação de 16 empregados nas atividades operacionais, ao passo que uma empresa de mesma capacidade mas que utilizasse a extração manual demandaria 26 empregados no setor. O acréscimo observado se dá unicamente na etapa de extração e gera um acréscimo de 62,5 % no número de empregados necessários para a operação da empresa.

Avaliando o impacto da tecnologia da extração mecanizada da água-de-coco, encontrou-se um custo de produção para garrafinhas de 330 mL de água-de-coco de R\$ 33,53 por caixa com 24 unidades e preço de venda de R\$ 35,04 (Tabela 1). As alterações no sistema de produção se restringem de uma maneira geral à etapa de extração da água-de-coco e resultam numa economia de R\$ 1,51 por caixa, o que representa um acréscimo de 26,76 % sobre a rentabilidade da atividade. Considerando a capacidade produtiva do equipamento de 220.000 caixas por ano, o investimento na adoção do sistema mecanizado, que é da ordem de R\$ 28.000,00, pode ser pago já no primeiro ano de uso do equipamento.

A área de adoção, que aqui é considerada como a capacidade produtiva dos equipamentos em funcionamento, aumentou, atingindo em 2005 o total de 1.760.000 caixas por ano. Dessa forma, os ganhos proporcionados pelo desenvolvimento dessa tecnologia também foram incrementados. Nos seis primeiros anos de utilização, a tecnologia já gerou ganhos em redução de custos da ordem de R\$ 3.645.450,00. Responsável por 70 % do desenvolvimento dessa tecnologia (Tabela 1) a Embrapa Agroindústria Tropical responde, no mesmo período, por uma economia de R\$ 2.551.815,00 no processamento da água de coco verde.

Com base em dados obtidos dos pesquisadores e técnicos da Embrapa Agroindústria Tropical responsáveis pelo Desenvolvimento e Transferência (D&T) da tecnologia Extração Mecanizada da Água de Coco Verde, foram estimados os custos de D&T da tecnologia. Dados auxiliares coletados no Setor de Recursos Humanos (SRH) e no Setor de Orçamento e Finanças (SOF) também foram utilizados no cálculo dos custos.

O método utilizado para o cálculo dos custos de D&T da tecnologia segue a orientação de Masters (1996). Segundo o autor, pode-se

**Tabela 1.** Ganhos de redução de custos regionais.

Ano	Unidade de medida (UM) Caixa	Custo anterior R\$/UM (A)	Custo atual R\$/UM (B)	Economia obtida R\$/UM $C = (A-B)$	Participação Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM $E = (C \times D) / 100$	Área de adoção cx/ano (F)	Benefício econômico – R\$ $G = (E \times F)$
2000		16,00	15,75	0,25	70,00	0,18	343.600	60.130,00
2001		16,00	15,75	0,25	70,00	0,18	1.030.800	180.390,00
2002		16,00	15,75	0,25	70,00	0,18	687.200	120.260,00
2003		16,00	15,75	0,25	70,00	0,18	859.000	150.325,00
2004		16,00	15,75	0,25	70,00	0,18	1.030.800	180.390,00
2005		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	1.760.000	1.860.320,00
2006		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	1.980.000	2.092.860,00
2007		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	2.200.000	2.325.400,00
2008		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	2.420.000	2.557.940,00
2009		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	2.640.000	2.790.480,00
2010		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	2.860.000	3.023.020,00
2011		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	3.080.000	3.255.560,00
2012		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	3.300.000	3.488.100,00
2013		35,04	33,53	1,51	70,00	1,057	3.520.000	3.720.640,00

Fonte: Custos da tecnologia.

obter uma estimativa dos custos a partir da ponderação dos custos totais da instituição geradora da tecnologia, do número de pesquisadores envolvidos e do tempo dedicado por eles ao projeto.

A Tabela 2 traz os custos estimados de D&T da tecnologia Extração Mecanizada da Água de Coco Verde. Os custos estão subdivididos em gastos com pesquisadores, pessoal de apoio, custeio e depreciação.

**Pesquisadores** – Inclui despesas com o pagamento de salários dos pesquisadores e encargos sociais proporcionais ao tempo dedicado ao projeto.

**Pessoal de apoio** – Inclui as despesas com salários e encargos sociais relativos aos empregados, exclusive pesquisadores, ponderados pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto e tempo total disponível.

**Custeio** – Inclui as despesas de manutenção da unidade, insumos das pesquisas, material de escritório, publicações, energia elétrica, telefone, etc., ponderados pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto e tempo total disponível.

**Depreciação** – Inclui a depreciação para 25 anos dos investimentos em infra-estrutura feitos pela unidade no período de 1994 a 2005 e da projeção de investimentos até o final do prazo de análise. Os valores utilizados são resultados da ponderação da depreciação total pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto e tempo total disponível.

O período de análise foi limitado de acordo com a estimativa da obsolescência da tecnologia que, segundo pesquisadores e técnicos da área, deve ocorrer ao final do próximo decênio, decorrente do desenvolvimento de novas tecnologias de extração da água de coco verde. A análise da estrutura de custos nos revela a importância dos gastos com pessoal, pesquisadores e pessoal de apoio, que respondem em conjunto por mais de 77 % dos custos de D&T (Tabela 2).

## **Avaliação custo/benefício**

Os cálculos da Taxa Interna de Retorno (TIR), do Valor Presente Líquido e da Relação Benefício/Custo, feitos com base na análise conjunta do fluxo de custos e benefícios da tecnologia de Extração Mecanizada da Água de Coco Verde (Tabela 3), confirmam o impacto



**Tabela 2.** Custo do desenvolvimento e transferência (1999–2013) da tecnologia de Extração Mecanizada da Água de Coco Verde (valores em reais de dezembro de 2005).

Ano	Pesquisadores	Pessoal de apoio	custeio	Depreciação	Custo total
1999	70.000,00	42.903,23	28.113,00	271,28	141.287,51
2000	70.000,00	42.903,23	26.827,01	404,25	140.134,49
2001	70.000,00	42.903,23	26.412,84	580,63	139.896,69
2002	40.000,00	24.516,13	16.001,81	509,66	81.027,61
2003	20.000,00	12.258,06	8.000,91	302,41	40.561,38
2004	21.700,00	13.300,00	8.000,91	349,98	43.350,89
2005	31.680,00	19.416,77	16.332,23	745,13	68.174,14
2006	31.680,00	19.416,77	16.332,23	974,86	68.403,86
2007	31.680,00	19.416,77	16.332,23	1.204,58	68.633,58
2008	31.680,00	19.416,77	16.332,23	1.434,30	68.863,31
2009	31.680,00	19.416,77	16.332,23	1.664,03	69.093,03
2010	31.680,00	19.416,77	16.332,23	1.893,75	69.322,76
2011	31.680,00	19.416,77	16.332,23	2.123,47	69.552,48
2012	31.680,00	19.416,77	16.332,23	2.353,20	69.782,20
2013	31.680,00	19.416,77	16.332,23	2.582,93	70.011,93
<b>Total participação</b>	<b>576.820,00</b> 48%	<b>353.534,84</b> 29%	<b>260.346,55</b> 22%	<b>17.394,46</b> 1%	<b>1.208.095,85</b> 100, %

Fonte: Custos da tecnologia.

**Tabela 3.** Fluxo de benefícios e custo da tecnologia de Extração Mecanizada da Água de Coco Verde (1994–2013).

<b>Ano</b>	<b>Custo total</b>	<b>Benefício</b>	<b>Custo total</b>
1999	141.287,51		(141.287,51)
2000	140.134,49	60.130,00	(80.004,49)
2001	139.896,69	180.390,00	40.493,31
2002	81.027,61	120.260,00	39.232,39
2003	40.561,38	150.325,00	109.763,62
2004	43.350,89	180.390,00	137.039,11
2005	68.174,14	1.860.320,00	1.792.145,86
2006	68.403,86	2.092.860,00	2.024.456,14
2007	68.633,58	2.325.400,00	2.256.766,42
2008	68.863,31	2.557.940,00	2.489.076,69
2009	69.093,03	2.790.480,00	2.721.386,97
2010	69.322,76	3.023.020,00	2.953.697,24
2011	69.552,48	3.255.560,00	3.186.007,52
2012	69.782,20	3.488.100,00	3.418.317,80
2013	70.011,93	3.720.640,00	3.650.628,07
<b>TIR</b>	<b>78,06,%</b>		
<b>VPL (10%)</b>	<b>R\$ 8.380.903,10</b>		
<b>Em mil reais</b>			
<b>RB/C</b>	<b>21,36</b>		

Fonte: Custos da tecnologia.

positivo de investimentos em pesquisa e desenvolvimento sobre a geração de renda no agronegócio brasileiro.

## **Impactos sociais**

As análises apresentadas neste item foram realizadas com o uso da metodologia Ambitec-Social, desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente. A metodologia considera vários indicadores sob quatro aspectos: emprego, renda, saúde e gestão e administração. Tais indicadores são construídos em matrizes de ponderação nas quais os dados são transformados em índices de impacto. A análise dessa tecnologia indicou um Índice de Impacto Social de 3,98, considerado positivo em relação ao impacto social. A metodologia Ambitec-Social pode ser encontrada no segundo capítulo deste documento.

### **a) Aspecto emprego**

#### *Capacitação*

A adoção da tecnologia de extração mecanizada de água de coco verde e de sua conservação por métodos múltiplos implica necessariamente na capacitação dos funcionários, tanto para a operação das máquinas e aplicação dos métodos de conservação quanto para a adoção de boas práticas de fabricação de alimentos, que normalmente vêm associadas à modernização das empresas que adotaram a tecnologia aqui avaliada. Dessa forma, o impacto nesse componente foi considerado como sendo grande (3).

Os técnicos responsáveis pelas empresas, ao estreitarem a relação com os pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical, também tiveram acesso a outros conhecimentos ligados à atividade. O nível de conhecimento adquirido pelos técnicos é equivalente ao obtido em um curso formal de especialização, sendo considerado seu impacto como grande (3).

Não foram identificados esforços na melhoria do nível de educação formal dos funcionários das empresas, e não há influência significativa da adoção da tecnologia no nível de educação dos membros da família envolvidos na administração das empresas.

Com relação ao nível da capacitação, os maiores impactos são observados nos conhecimentos técnicos do processo (3). No entanto,

também se observa por parte dos funcionários das empresas a assimilação de conceitos de higiene, gestão e outros considerados como de nível básico.

### *Oportunidade de emprego local qualificado*

Uma unidade média considerada como referência de adoção das tecnologias avaliadas tem um corpo funcional de:

- 1 assistente para carga e descarga dos caminhões
- 2 operadores para a máquina extratora de água de coco verde
- 2 funcionários no envase da água
- 2 funcionários na embalagem das garrafinhas
- 1 assistente para serviços gerais
- 1 técnico responsável pela produção
- 1 secretário
- 1 gerente

### *Oferta de emprego e condição do trabalhador*

Considerando as condições estabelecidas na análise econômica, uma máquina extratora, operando oito horas por dia, tem capacidade de obter 4.800 litros de água por dia. Essa mesma quantidade (4.800 L/dia), obtida por processo manual, requer cinco funcionários somente na etapa de extração. Dessa forma, o processo mecanizado (que requer apenas dois empregados) promove uma redução de 60 % na mão-de-obra utilizada nessa etapa do processo. No entanto, esse impacto, quando considerado o efetivo total da empresa, cai para 22 % do total da mão-de-obra permanente.

A adoção das tecnologias de extração mecanizada para conservação da água de coco verde por métodos combinados normalmente está vinculada a um aumento de produção das empresas, bem como a alterações nos requisitos de qualidade da matéria-prima exigidos dos produtores de coco. Essas alterações influenciam positivamente o setor agrícola, induzindo um melhor padrão tecnológico da produção no campo para obtenção de maiores produtividade e qualidade. A adoção das tecnologias para a produção de coco verde implica no aumento da utilização de mão-de-obra na lavouras em atividades de controle de plantas daninhas, adubação, controle de pragas

e doenças, colheita e outras. Dessa forma, identifica-se um impacto regional da tecnologia avaliada no aumento da oferta de empregos. Por causa da escala reduzida da empresa considerada nesta avaliação diante da produção de coco verde da região onde ela se encontra, esse impacto é considerado fraco, mas tende a aumentar se considerado em conjunto com outras empresas de extração e envase de água-de-coco.

### *Qualidade do emprego*

O aumento da produtividade da empresa, a ampliação do mercado e a melhoria da qualidade do produto final são traduzidos em aumento da rentabilidade da atividade. Paralelamente, há um aumento das exigências em capacitação dos funcionários, o que implica num custo relevante em caso de substituições. Esses dois componentes estimulam o empresário a adotar medidas de retenção de seus funcionários.

As principais medidas observadas são a regularização do empregado (assinatura da carteira de trabalho), pagamento dos direitos trabalhistas (férias, 13º salário, previdência, auxílio transporte) e aumento dos salários. No entanto, essas medidas não são adotadas de imediato para todos os funcionários, mas paulatinamente, de acordo com o grau de especialização.

### **b) Aspecto renda**

#### *Geração de renda*

A adoção da tecnologia impacta a renda da empresa sobre diversos aspectos. A melhoria na qualidade do produto possibilita uma ampliação do mercado consumidor, tanto pela melhoria das características organolépticas do produto quanto pelo aumento de sua vida útil. O aumento das vendas e a diversificação do mercado consumidor propiciam à empresa maior receita e uma maior segurança diante das freqüentes variações do mercado.

Com relação à estabilidade da renda, observa-se um impacto menor, tendo em vista o comportamento da oferta de coco verde no mercado que não oferece riscos de desabastecimento em curto prazo. Ainda assim, o aumento do mercado força a empresa a melhorar a estabilidade do fornecimento de produtos.

### *Diversidade de fontes de renda*

A fonte de renda da empresa é principalmente oriunda da venda de água de coco verde envasada. Além dessa fonte, o aumento da rentabilidade da atividade proporcionado pela adoção da tecnologia possibilitou ao empresário o aumento do volume de aplicações financeiras.

### *Valor da propriedade*

O principais impactos ligados ao indicador valor da propriedade são o investimento em máquinas e equipamentos, necessários à implantação da tecnologia, a adequação da empresa às legislações estaduais e federais pertinentes, o aumento no preço de seus produtos por causa da melhoria na qualidade e um impacto ambiental positivo, mesmo que em pequena escala, como evidenciado no estudo de impactos ambientais da adoção dessa tecnologia.

## **c) Aspecto saúde**

### *Saúde ambiental e pessoal*

Conforme descrito na análise de impactos ambientais, a adoção das tecnologias avaliadas resulta em um impacto moderado na localidade da empresa no item focos de vetores de doenças endêmicas, pois o aumento do volume de cocos processados por ela resulta em maior quantidade de cascas de coco, dispostas, em sua maioria, em locais inadequados. Essas cascas tornam-se fonte de alimento para ratos e baratas e favorecem o acúmulo de água que pode ser foco de proliferação de mosquitos transmissores da dengue, da febre amarela e de outras doenças. A demanda de água da empresa é reduzida com a adoção das tecnologias em análise, gerando um impacto ambiental benéfico nesse item.

### *Segurança e saúde ocupacional*

Um dos principais impactos positivos é a redução dos riscos de trabalho na etapa de extração da água de coco verde. Tradicionalmente, essa etapa era realizada com a utilização de facas, facões e furadores de metal, expondo os funcionários a riscos constantes de acidentes. Com adoção da máquina extratora, esses riscos são drasticamente reduzidos. No entanto, ocorre um aumento moderado dos níveis de ruído e vibração pela inclusão de mais uma máquina no sistema de produção.

Na higienização das máquinas, equipamentos e utensílios utilizados na produção, há um aumento moderado na utilização de agentes químicos, como exposto na avaliação de impactos ambientais.

### *Segurança alimentar*

A máquina extratora permite uma grande diminuição da contaminação microbiológica, uma vez que reduz o tempo de exposição da água-de-coco ao ar quando comparado com o método de extração manual. A máquina proporciona uma maior velocidade de abertura do coco, permitindo obter um maior volume de água num menor intervalo de tempo. Isso diminui a ocorrência de reações indesejáveis, algumas delas responsáveis por alterações de cor e sabor da água.

Como descrito anteriormente, a adoção da tecnologia tem efeito positivo na estabilização da oferta de água de coco verde envasada no mercado localizado no entorno da empresa, bem como no aumento do volume produzido do produto.

### **d) Aspecto gestão e administração**

#### *Dedicação e perfil do responsável*

O processo de adoção das tecnologias avaliadas implica na capacitação do gestor da empresa em temas como boas práticas de produção de alimentos e nas tecnologias envolvidas no processo de extração e conservação da água de coco verde por métodos múltiplos.

O incremento da produção da empresa também impacta o sistema de gestão no momento em que, com o aumento do volume comercializado e do número de clientes e fornecedores, há a necessidade de ferramentas mais eficientes de controle das informações contábeis. O aumento da complexidade da gestão da empresa também requer um maior engajamento dos membros da família com o negócio.

#### *Condição de comercialização*

As melhorias relativas à qualidade do produto resultaram no aumento do mercado para os produtos, tanto pelo atendimento às necessidades dos clientes em termos de comodidade, sabor e qualidade nutricional quanto pelo aumento da vida de prateleira do produto, que permite a ampliação geográfica do mercado. Dessa forma, são observados

aumento das vendas da empresa e fortalecimento da marca própria. Como consequência do aumento da produtividade, observa-se aumentos nos volumes processados e armazenados pela empresa.

### *Relacionamento institucional*

O processo de transferência da tecnologia de extração mecanizada para conservação da água-de-coco por métodos combinados resultou em um relacionamento estreito entre a Embrapa Agroindústria Tropical e a empresa, tendo sido estabelecido um fluxo contínuo de informações tecnológicas.

### **Impactos ambientais**

As análises referentes aos impactos ambientais da tecnologia “Extração mecanizada para conservação da água de coco por métodos combinados” são apresentadas seguir. Conforme orientação metodológica, os impactos ambientais foram avaliados por meio da metodologia Ambitec, desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente. Em função da natureza da tecnologia em avaliação, utilizou-se a metodologia Ambitec-Agroindústria, obtendo-se um índice de impacto ambiental de 0,2. A metodologia Ambitec é descrita no quarto capítulo deste documento.

### *Alcance da tecnologia*

A abrangência da tecnologia significa o número total de estabelecimentos potencialmente beneficiados pela tecnologia, enquanto a influência significa a porcentagem desses estabelecimentos aos quais a tecnologia se aplica (Rodrigues et al., 2003). No caso da máquina extratora de água de coco verde, a abrangência da tecnologia pode ser compreendida como o total de água-de-coco envasada produzido no País e a influência como o total de água-de-coco envasada produzido com o uso da máquina extratora.

A informação relativa à produção de água-de-coco envasada no Brasil não se encontra disponível nos órgãos governamentais. Entretanto, existe uma estimativa de que a área total plantada com coco verde no Brasil foi de 57 mil hectares em 2001, gerando uma quantidade média de 934.800.000 litros de água-de-coco no ano, segundo informações do Grupo de Coco do Vale, entidade representativa de cerca de 70 produtores de coco do Vale do São Francisco.



Dessa produção, cerca de 90 % são utilizados no consumo in natura e 10 % no processamento de água-de-coco envasada (93.480.000 litros por ano). Assim, temos a seguinte avaliação:

**Abrangência** – A indústria processadora de coco verde no Brasil possui uma produção anual estimada em 93.480.000 litros de água-de-coco por ano.

**Alcance** – São necessários 64 hectares de área plantada com coco verde para abastecer anualmente uma empresa processadora que utiliza a máquina extratora proposta, considerando que essa máquina trabalhe 8 h/dia processando 1.500 cocos/hora e gerando 1.049.600 litros de água-de-coco por ano (0,11% da produção total de litros de água-de-coco).

Como oito unidades estão implantadas, a tecnologia abrange cerca de 0,88 % da produção nacional de água de coco verde.

### *Eficiência tecnológica*

Com relação aos indicadores ambientais de eficiência propostos pelo Ambitec Agroindústria, ampliou-se em muito (3) o consumo de aditivos e eletricidade, enquanto o consumo de água de processo utilizada na lavagem da máquina diminuiu bastante (-3).

O uso da máquina extratora na abertura do coco verde não implica num maior consumo de coco, uma vez que uma empresa que opera com 12 operários na etapa de extração manual gera a mesma quantidade de resíduos de outra que utiliza a máquina extratora. Assim, considerou-se que não houve um aumento (alteração igual a zero ou inalterada) no componente matéria-prima. Para todos os demais componentes dos indicadores considerados, prevalece a condição de não aplicabilidade (sem efeito).

Foi ampliado o consumo de hipoclorito de sódio (428 mL por lavagem da máquina) quando da lavagem da máquina, que ocorre em média três vezes por dia. Como o método manual de extração não utiliza o hipoclorito de sódio, foi considerado que ocorreu um grande aumento no componente “aditivo”.

O consumo de energia aumentou por causa da utilização da máquina extratora em vez do processo manual (2,2 kW/h). Como

no processo manual de abertura de coco não se consumia energia, foi considerado que a tecnologia proposta trouxe um grande aumento no componente.

Houve uma redução pela metade no consumo de água de processo na fase de extração. A tecnologia tradicional faz uso de cerca de 1.440 L de água para a higiene pessoal de 12 funcionários responsáveis pela abertura manual do coco verde, enquanto para a máquina e os dois funcionários da tecnologia proposta se utilizam cerca de 390 L de água para limpeza da máquina e higiene pessoal. Como o volume de água de processo utilizada pela máquina extratora é menos da metade do utilizado no processo manual, foi considerado na pontuação das planilhas que ocorreu uma grande diminuição nesse componente.

Os coeficientes estimados de impacto ambiental foram, portanto, negativos para uso de insumos materiais (-3) e uso de energia (-4,5); foram positivo e relativamente alto para alterações no uso de recursos naturais (7,5). O caráter linear de adição de impactos no modelo Ambitec implica em que os efeitos desejáveis obtidos com relação ao uso dos recursos naturais são anulados pelos aumentos nas quantidades de aditivos e de energia.

### *Conservação ambiental*

Considerando os indicadores ambientais do Ambitec Agroindústria e seus componentes, a tecnologia da máquina extratora de água de coco verde causa impactos nos seguintes indicadores ambientais: atmosfera, por causa da geração de ruído na utilização da máquina; água, decorrente da geração de efluente com detergente, cloro, sujidade e matéria orgânica.

Com relação ao ruído, a máquina extratora de água de coco verde gera um ruído de 85 dB(A), enquanto a extração manual não produz ruído. Esse nível de ruído é considerado adequado ao trabalhador, segundo a NR 15 do Ministério do Trabalho. Assim, foi considerado que houve um moderado aumento (1) no componente na pontuação da planilha.

Em ambos os processos de extração, manual e mecanizado, as características do efluente gerado são praticamente as mesmas, contendo sujidade, água, detergente ou sabão e matéria orgânica (resíduos da água-de-coco e fragmentos da casca do coco). Como o volume

de água utilizado no processo manual é superior ao utilizado na limpeza da máquina extratora, a quantidade de matéria orgânica torna-se mais diluída no processo manual. Assim, com relação à DBO, foi considerado que esse componente sofreu um moderado aumento (1) na tecnologia proposta.

Com relação à variável espuma/óleo/materiais flutuantes, embora o processo manual de abertura de coco não envolva uma quantidade elevada de material de limpeza para maquinário, os 12 operários do processamento manual necessitam se higienizar com cerca de 0,57 g de matéria ativa/L de água; na lavagem da máquina são utilizados cerca de 0,22 g de matéria ativa/L de água. Considerando que tanto o sabão utilizado na higienização dos operários quanto o detergente utilizado na lavagem da máquina extratora utilizam o tensoativo aniônico, pode-se concluir que a quantidade de espuma gerada no processo manual de abertura de coco é maior que a gerada na lavagem da máquina extratora. Na pontuação da variável espuma/óleo/material flutuante do indicador água, foi considerado que ocorreu grande diminuição (-3) no componente.

Como a sujidade presente no processo manual é provavelmente superior à encontrada no processo mecanizado, foi considerado que a variável turbidez sofreu moderada diminuição (-1) no componente.

Também é possível observar o impacto sobre o solo e a água, resultante da disposição final dos seguintes resíduos sólidos gerados pela extração mecanizada de água-de-coco: cascas de coco, embalagens de detergente e embalagens de cloro.

O processamento de água de coco verde gera uma grande quantidade de resíduo orgânico – a casca do coco verde –, seja no processamento manual, seja no processamento automatizado que utiliza a máquina extratora. Cerca de 80 % do coco processado consiste da casca, sendo gerado cerca de 1,5 kg de casca por coco. O grande teor de umidade da casca de coco verde inviabiliza sua utilização como combustível para caldeiras ou como matéria-prima para tapetes e estofamentos. Assim, a disposição final das cascas do coco verde tem implicado na ocupação de grandes áreas de aterros sanitários e lixões, acarretando um rápido esgotamento das suas capacidades de funcionamento e conseqüente devastação de novas áreas para instalação de novas unidades.

Já o chorume resultante da decomposição desse resíduo é rico em matéria orgânica e, dependendo das características do solo e relevo da região, pode ser escoado ou lixiviado para as águas superficiais e subterrâneas, provocando a elevação da demanda bioquímica por oxigênio nos corpos de água. Embora esse resíduo venha sendo indicado para uso como substrato agrícola ou para compostagem, as empresas processadoras de água-de-coco ainda dispõem o resíduo em lixões e aterros sanitários.

Como uma empresa que faz a abertura manual do coco, utilizando 12 funcionários, gera a mesma quantidade de cascas de coco verde que uma operando com a máquina extratora, foi considerado que o componente “geração de resíduos sólidos” não sofreu aumento (inalterado; portanto, igual a zero).

O descarte de embalagens, dependendo do local onde forem depositadas, pode causar contaminação do solo. A tecnologia proposta, assim como a tradicional, gera impacto no solo pela disposição final de embalagens. Esse impacto pode ser reduzido com a reutilização das embalagens, quando devolvidas ao fornecedor.

Numa avaliação comparativa final entre as duas tecnologias no que se refere à conservação ambiental, pode-se concluir que o impacto ambiental da máquina extratora é insignificante, conforme os coeficientes estimados de impacto ambiental. A tecnologia acarretou um pequeno impacto negativo (coeficiente igual a 0,1) na qualidade do ar pela elevação do ruído na etapa de extração. No caso das variáveis relativas à qualidade da água, o coeficiente estimado de impacto ambiental foi igual a 0,75, resultante dos ganhos referentes à redução de espuma, óleos e materiais flutuantes, já que a pequena melhoria na turbidez é anulada pelo aumento da DBO.

### *Qualidade do produto*

Esse indicador avalia as alterações provocadas pela tecnologia segundo o conceito de segurança alimentar, particularmente nos aspectos nutricionais e de saúde. Assim, a qualidade do produto é avaliada segundo alterações nos aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos utilizados.

As empresas que envasam a água de coco verde, seja pelo método manual, seja utilizando a máquina extratora, geralmente utilizam aditivos

químicos objetivando padronizar o sabor do produto e aumentar sua vida de prateleira. Assim, foi considerado que não ocorreu modificação (0) no componente “aditivos”. A condição de não aplicabilidade (sem efeito) ocorre no caso do componente “resíduos químicos”.

Conforme já exposto na avaliação do impacto sobre a segurança do alimento, a tecnologia é um importante redutor da contaminação microbiológica.

O coeficiente estimado de impacto ambiental para a qualidade do produto foi positivo (1,05).

### *Análise dos resultados do Ambitec-Agroindústria*

Os principais problemas ambientais relacionados com a tecnologia da máquina extratora de água-de-coco referem-se ao aumento do consumo de energia elétrica e de ruído. Entretanto, quando se parte de um processo manual para um mecânico com aumento de produtividade, um maior consumo de energia e uma maior geração de ruído são naturais.

O consumo de energia elétrica poderá ser minimizado com a utilização de equipamentos conservadores de energia. Por causa de o foco inicial da pesquisa geradora da tecnologia da máquina extratora de coco ter sido a definição de um processo capaz de otimizar o sistema de abertura do coco verde e gerar um produto de melhor qualidade, os estudos visando a otimizar os insumos água e energia serão uma etapa posterior do trabalho.

A geração de cascas de coco verde é um problema que traz preocupação pelo volume gerado. Ciente desse problema, a Embrapa Agroindústria Tropical vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de utilizar a casca de coco verde como substrato agrícola indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e cultivo de flores e hortaliças. O resíduo ou pó da casca de coco tem sido indicado como substrato agrícola principalmente por proporcionar alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e por ser biodegradável. Com a transferência dessa tecnologia, espera-se reduzir a quantidade de cascas de coco encaminhada a aterros sanitários, criando novas oportunidades de negócio para empresas processadoras desse resíduo. A geração de ruído já está dentro dos limites impostos pela legislação de saúde e segurança no trabalho.

O índice de impacto ambiental gerado é de 0,20, ou seja, positivo mas relativamente pequeno, considerada a escala de possibilidade (-15 a +15). É importante ressaltar que o uso da máquina extratora implica em menor quantidade de água utilizada no processo, melhores características físico-químicas do efluente final e melhores características microbiológicas e de sabor e cor do produto.

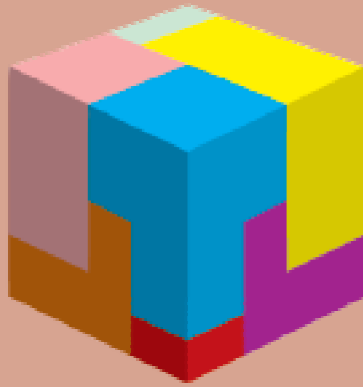
A avaliação da máquina extratora reduz as chances do trabalhador ser vítima de acidentes, uma vez que as lâminas que cortam o coco não são expostas. No processo de abertura manual – por causa do manuseio de facões e outros objetos cortantes –, os índices de acidentes no trabalho são elevados. Esse aspecto da tecnologia deve ser contemplado numa avaliação de impactos ambientais, considerando que o homem integra o ambiente em que vive.

## Referências

- AVILA, A. F. D.; QUIRINO, T. R.; CONTINI, E.; RECH, E. L. **Social And Economic Impact Ex-Ante Evaluation of Embrapa's Biotechnology Research Products**. Paper submitted to the 5<sup>th</sup> International Conference of the International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR) on "Biotechnology, Science and Modern Agriculture: a New Industry at the Dawn of the Century", Ravello (Italy), June 15-18, 2001.
- CASTRO, A. M. G; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W.; FEITAS FILHO, A. VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias Produtivas e Sistema Naturais: Prospecção Tecnológica**. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-DPD, 1998. 564p.
- CASCA de Coco Verde testada como substrato agrícola. Fortaleza: Agroindústria Tropical, 2001. ([Boletim de pesquisa], 73).
- HAGUENAUER, L.; PROCHNIK, V. **Identificação de cadeias produtivas e oportunidades de investimento no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2000. 394 p.
- IBGE. **Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura permanente**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 13 ago. 2007.
- KARLSSON, C.; WESTIN, L. Patterns of a network economy - An Introduction. In: JOHANSSON, B., KARLSSON, C., WESTIN, L. (Ed.) **Patterns of a network economy**. Berlin: Springer-Verlag, 1994.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio. **Importação brasileira**. Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 13 ago. 2005.

VIEIRA, R. C. M. T.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; OLIVEIRA, A. J.; LOPES, M. R. (Ed.)  
**Cadeias produtivas no Brasil**: análise da competitividade. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia: Embrapa Secretaria de Administração Estratégica. 2001, 469 p.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism**: firms, markets. relational contracting. New York: The Free Press, 1985. 449 p.



## Anexos





# Anexo 1 – Estimativa dos impactos econômicos das tecnologias Embrapa

Dada a diferenciação entre os diversos tipos de impactos econômicos (incrementos de produtividade, redução de custos, expansão de área e agregação de valor), são propostas quatro tabelas para que os dados sejam coletados e os benefícios econômicos estimados.

A equipe de socioeconomia de cada centro de pesquisa envolvido preencherá as referidas tabelas com base em informações disponíveis no próprio centro (participação Embrapa, por exemplo) e naquelas obtidas pelos informantes qualificados (impacto econômico real, taxas de adoção, etc.).

## 1. Incrementos de produtividade

Nas Tabelas 1 e 2 devem ser incluídos os ganhos decorrentes do uso de tecnologias que geram incrementos de produtividade. É o caso, por exemplo, de novas cultivares. Deve-se atentar para o fato de que tais tecnologias, em geral, vêm acompanhadas de aumentos nos custos de produção, comparativamente à tecnologia anteriormente em uso.

Tabela 1. Ganhos líquidos unitários.

Ano	Unidade de medida – UM	Rendimento anterior /UM (A)	Rendimento atual /UM (B)	Preço unitário R\$/UM (C)	Custo adicional R\$/UM (D)	Ganho unitário R\$/UM $E = \{(B-A) \times C\} - D$
Ano 1						
Ano 2						
Ano 3						
Ano 4						
Ano 5						

**Tabela 2.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação Embrapa – % (F)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM G = (ExF)/100	Área de adoção: Unidade de medida – UM	Área de adoção: Quant. x UM (H)	Benefício econômico R\$ I = (GxH)
Ano 1					
Ano 2					
Ano 3					
Ano 4					
Ano 5					

## 2. Redução de custos

Devem ser incluídos nas Tabelas 3 e 4 os ganhos decorrentes do uso de tecnologias que geram redução nos custos de produção. As tecnologias de manejo integrado de pragas e de controle biológico são exemplos de produtos Embrapa que devem ter seus impactos econômicos medidos com o uso de tais tabelas.

**Tabela 3.** Ganhos unitários de redução de custos.

Ano	Unidade de medida – UM	Custo anterior Kg/UM (A)	Custo atual Kg/UM (B)	Economia obtida R\$/UM C = (A-B)
Ano 1				
Ano 2				
Ano 3				
Ano 4				
Ano 5				

**Tabela 4.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação Embrapa – % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/Kg E = (Cx D)/100	Área de adoção: Unidade de medida – UM	Área de adoção/UM (F)	Benefício econômico R\$ G = (ExF)
Ano 1					
Ano 2					
Ano 3					
Ano 4					
Ano 5					

### 3. Expansão da produção em novas áreas

Nas Tabelas 5 e 6 abaixo devem ser incluídos os ganhos resultantes do uso de tecnologias que possibilitaram a produção em áreas anteriormente impróprias ao cultivo por causa da deficiência das tecnologias em uso.

**Tabela 5.** Ganhos unitários de renda.

Ano	Unidade de medida – UM	Renda do produto anterior – R\$ (A)	Renda do produto atual – R\$ (B)	Renda adicional obtida – R\$ C = (A-B)
Ano 1				
Ano 2				
Ano 3				
Ano 4				
Ano 5				

**Tabela 6.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação Embrapa – % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM E = (Cx D)/100	Área expansão: Unidade de medida – UM	Área expansão Quant./UM (F)	Benefício econômico R\$ G = (ExF)
Ano 1					
Ano 2					
Ano 3					
Ano 4					
Ano 5					

Normalmente, nesse caso, existia na área anteriormente usada uma outra cultura que deve ser levada em conta no cálculo da renda adicional líquida gerada. Esse adicional ou incremento de renda deve ser calculado pela comparação da situação da nova cultura ou inovação tecnológica com a da atividade agrícola existente na região antes do uso da tecnologia Embrapa.

### 4. Agregação de valor

Inclua nas Tabelas 7 e 8 os ganhos que são obtidos pelo uso de tecnologias que agregam valor a produtos anteriormente produzidos.

É o caso, por exemplo, da adoção de tecnologia de processamento (industrialização) de determinado produto (acréscimos de renda não obtidos com o uso da tecnologia anterior – venda do produto “in natura”).

Ao final do processo de análise dos dados coletados pelos informantes de cada centro de pesquisa, os resultados serão enviados à SGE para fins de consolidação e uso no SAU, Side e Balanço Social.

**Tabela 7.** Ganhos unitários de renda por agregação de valor.

Ano	Unidade de medida – UM	Renda com produto s/ agregação R\$/UM (A)	Renda com produto c/ agregação– R\$/UM (B)	Renda adicional obtida <sup>(1)</sup> – R\$ C = (A-B)
Ano 1				
Ano 2				
Ano 3				
Ano 4				
Ano 5				

<sup>(1)</sup> Incremento calculado por comparação da situação da renda do produtor obtida sem o produto processado (situação anterior), por exemplo, com a nova renda obtida com o produto processado (situação atual).

**Tabela 8.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação Embrapa – % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM E = (CxD)/100	Unidade de medida – UM	Área de expansão/UM (F)	Benefício econômico – R\$ G = (ExF)
Ano 1					
Ano 2					
Ano 3					
Ano 4					
Ano 5					



# **Anexo 2 – Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa (modelo)**

**Nome da tecnologia:**

Ano de avaliação da tecnologia:

Unidade:

Equipe de avaliação:

Local e data



# Relatório de Avaliação dos Impactos das Tecnologias Geradas pela Embrapa

## 1. Identificação da tecnologia

### 1.1. Nome/título

Informe o nome ou título da tecnologia selecionada para fins de avaliação de impacto:

### 1.2. Objetivo estratégico PDE/PDU

Indique em qual objetivo estratégico da Embrapa (PDE/PDU) se enquadra a tecnologia avaliada:

#### Objetivo estratégico PDE/PDU

Competitividade e sustentabilidade do agronegócio

Inclusão da agricultura familiar

Segurança alimentar – nutrição e saúde

Sustentabilidade dos biomas

Avanco do conhecimento

Não se aplica

### 1.3. Descrição sucinta

Destaque as principais características da tecnologia e as suas vantagens relativamente à tecnologia anterior:

1.4. Ano de lançamento: \_\_\_\_\_

1.5. Ano de início de adoção: \_\_\_\_\_

1.6. Abrangência



Selecione os estados onde a tecnologia em avaliação está sendo adotada:

Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
AL	AC	DF	ES	PR
BA	AM	GO	MG	RS
CE	AP	MS	RJ	SC
MA	PA	MT	SP	
PB	RO			
PE	RR			
PI	TO			
RN				
SE				

### 1.7. Beneficiários

Informe os principais beneficiários da tecnologia, adotando a classificação mais apropriada. No caso de resultados de centros temáticos, informe os principais usuários dos resultados gerados (laboratórios, institutos de pesquisa, universidades, indústrias, etc.).

## 2. Identificação dos impactos na cadeia produtiva

Identifique os principais impactos detectados e analise sucintamente a cadeia produtiva em que se insere a tecnologia, considerando seus principais segmentos ou componentes (produtores de insumos, produtores rurais, processamento, distribuição e consumo). Devem ser relacionados os diversos tipos de impactos detectados ou esperados (econômicos, sociais, ambientais, avanço do conhecimento, capacitação e/ou político-institucionais).

## 3. Avaliação dos impactos econômicos

### 3.1. Avaliação dos impactos econômicos

Estime os impactos econômicos gerados pela tecnologia em avaliação comparativamente à tecnologia adotada pelo produtor anteriormente.

A metodologia proposta para esta avaliação é a do excedente econômico. Caso essa metodologia não seja adequada para avaliar os impactos econômicos da tecnologia, marque a opção “não se aplica” e justifique tal inadequação.

**Se aplica: sim ( ) não ( )**

Caso seja possível usar o método do excedente econômico, especifique os benefícios gerados.

Dada a diferenciação entre os diversos tipos de impactos econômicos (incremento de produtividade, redução de custos, expansão da produção em novas áreas e agregação de valor), são propostas quatro tabelas para que os dados sejam coletados e os benefícios econômicos, estimados. As planilhas referentes a cada tipo de impacto foram desenvolvidas em plataforma Excel e estão em anexo.

Transfira os dados das planilhas utilizadas para as tabelas seguintes.

**Atenção:** no caso da participação da Embrapa, informe o percentual (%) e, no item 3.2, as razões que o justificam, especialmente as deduções devidas a outros parceiros. A literatura sobre o tema recomenda que esse percentual não seja superior a 70 %.

**Nota:** para algumas tecnologias, é possível estimar benefícios utilizando mais de um tipo de impacto econômico.

### Tipo de impacto: Incremento de Produtividade

**Tabela Aa.** Ganhos líquidos unitários.

Ano	Unidade de medida UM	Rendimento anterior/UM (A)	Rendimento atual/UM (B)	Preço unitário R\$/UM (C)	Custo adicional R\$/UM (D)	Ganho unitário R\$/UM E = [(B-A)xC]-D
2002						0
2003						0
2004						0
2005						0
2006						0
2007						0

**Tabela Ba.** Benefícios econômicos da região.

Ano	Participação da Embrapa % (F)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM G = (ExF)	Área de Adoção: Unidade de Medida – UM	Área de Adoção: Quant. x UM (H)	Benefício econômico I = (GxH)
2002	0	0			0
2003	0	0			0
2004	0	0			0
2005	0	0			0
2006	0	0			0
2007	0	0			0

### Tipo de impacto: Redução de Custos

**Tabela Ab.** Ganhos unitários de redução de custos.

Ano	Unidade de Medida UM	Custos anterior Kg/UM (A)	Custo atual Kg/UM (B)	Economia obtida R\$/UM C = (A-B)
2002				0
2003				0
2004				0
2005				0
2006				0
2007				0

**Tabela Bb.** Benefícios econômicos da região.

Ano	Participação da Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/Kg E = (CxD)	Área de adoção: Unidade de medida – UM	Área de adoção/UM (F)	Benefício econômico R\$ G = (ExF)
2002	0	0			0
2003	0	0			0
2004	0	0			0
2005	0	0			0
2006	0	0			0
2007	0	0			0

## Tipo de impacto: Expansão da Produção em Novas Áreas

**Tabela Ac.** Ganhos unitários de renda.

Ano	Unidade de Medida – UM	Renda com produto anterior R\$/UM (A)	Renda com produto atual R\$/UM (B)	Renda adicional obtida R\$ C = (B-A)
2002				0
2003				0
2004				0
2005				0
2006				0
2007				0

**Tabela Bc.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação da Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM E = (CxD)	Área de expansão: Unidade de medida – UM	Área de expansão Quant./UM (F)	Benefício econômico R\$ G = (ExF)
2002	0	0			0
2003	0	0			0
2004	0	0			0
2005	0	0			0
2006	0	0			0
2007	0	0			0

## Tipo de impacto: Agregação de Valor

**Tabela Ad.** Ganhos unitários de renda por agregação de valor.

Ano	Unidade de Medida – UM	Renda com produto sem agregação R\$/UM (A)	Renda com produto com agregação R\$/UM (B)	Renda adicional obtida R\$ C = (B-A)
2002				0
2003				0
2004				0
2005				0
2006				0
2007				0

**Tabela Bd.** Benefícios econômicos na região.

Ano	Participação da Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/UM $E = (Cx D)/100$	Unidade de medida – UM	Área de adoção/UM (F)	Benefício econômico R \$ $G = (ExF)$
2002	0	0			0
2003	0	0			0
2004	0	0			0
2005	0	0			0
2006	0	0			0
2007	0	0			0

### 3.2. Análise dos impactos econômicos

Comente os impactos econômicos estimados, considerando a adoção da tecnologia, sempre comparativamente à tecnologia adotada pelo produtor anteriormente. Cite nos comentários o montante de benefícios econômicos estimado e, sobretudo, o papel na Embrapa na geração de tais impactos.

### 3.3. Fonte de dados

Informe a fonte dos dados usados na avaliação, em especial o procedimento utilizado na coleta de dados. Cite as fontes: entrevistas a produtores, levantamentos realizados pela própria equipe de avaliação de impactos ou por outras instituições, informações fornecidas por cooperativas, etc. Caso a equipe tenha consultado usuários da tecnologia, informe o número de entrevistas realizadas, o perfil destes, se são produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e/ou produtores patronais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado) e, ainda, liste os municípios onde as entrevistas foram realizadas. A Tabela 3.3.1, baseada no modelo enviado pela Embrapa Cerrados, pode ser usada como referência.

**Tabela 3.3.1.** Número de consultas realizadas por município.

Município	Estado	Produtor familiar	Produtor patronal			Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
<b>Total</b>						

**Nota:** pode-se acrescentar linhas à Tabela 3.3.1, caso haja necessidade.

## 4. Avaliação dos impactos sociais

### 4.1. Avaliação dos impactos

Avalie os impactos sociais da tecnologia com o Sistema Ambitec-Social, consultando pelo menos dez usuários da tecnologia e digite nas colunas abaixo os coeficientes de impacto de cada componente. O Sistema Ambitec-Social foi desenvolvido sob a liderança da Embrapa Meio Ambiente.

Visando a facilitar o processo de análise dos resultados em cada um dos aspectos do Ambitec-Social, separou-se seus indicadores em quatro Tabelas (4.1.1 a 4.1.4). As análises dos respectivos aspectos devem ser realizadas abaixo de cada tabela. Ao final (item 4.2), deve ser feita uma análise do índice de impacto social obtido.

As consultas de opiniões devem ser dirigidas preferencialmente aos usuários da tecnologia. No entanto, caso isso não seja possível, pode-se consultar pessoas que conheçam os resultados da adoção da tecnologia, como os extencionistas e/ou os responsáveis pela transferência, externos à equipe de geração da tecnologia.

**Atenção:** caso a Unidade aplique o Ambitec na íntegra, ou seja, consultando vários usuários e usando o modelo em Excel com os seus respectivos pesos, deve-se colocar nas tabelas os respectivos resultados finais de tal avaliação, conforme o tipo de produtor consultado – **Tipo 1:** produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e **Tipo 2:** produtores patronais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado). As análises devem ser realizadas considerando também essa tipologia. Sempre que a equipe observar alguma diferenciação nos resultados a partir da adoção da tecnologia por tipos diferentes de produtores, deve-se apontar tais especificidades nas respectivas análises.

**Nota:** caso alguns itens da metodologia não sejam adequados para avaliar os impactos sociais da tecnologia, marque a opção “não se aplica” nas tabelas seguintes e justifique tal inadequação. Porém,

se a equipe considerar que a metodologia Ambitec-Social, integralmente, não se aplica, **justifique** logo abaixo. Lembramos que nos casos em que a metodologia realmente não se aplica, a Unidade não é prejudicada na avaliação do relatório.

**A Unidade utilizou a metodologia Ambitec-Social ( ) sim ( ) não.**

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.4.1, descreva e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os indicadores do aspecto emprego.

**Tabela 4.1.1. Impactos sociais – aspecto emprego.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Capacitação				
Oportunidade de emprego local qualificado				
Oferta de emprego e condição do trabalhador				
Qualidade do emprego				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.1.2, descreva e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os indicadores do aspecto renda.

**Tabela 4.1.2. Impactos sociais – aspecto renda.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Geração de renda do estabelecimento				
Diversidade de fonte de renda				
Valor da propriedade				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.1.3, descreva e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os indicadores do aspecto saúde.

**Tabela 4.1.3. Impactos sociais – aspecto saúde.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Saúde ambiental e pessoal				
Segurança e saúde ocupacional				
Segurança alimentar				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.1.4, descreva e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os indicadores do aspecto gestão e administração.

**Tabela 4.1.4. Impactos sociais – aspecto gestão e administração.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Dedicação e perfil do responsável				
Condição de comercialização				
Reciclagem de resíduos				
Relacionamento institucional				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

## 4.2. Análise dos resultados

Faça uma análise agregada tomando por base do índice de impacto gerado pelo Ambitec-Social.

Média tipo 1	Média tipo 2	Média geral
--------------	--------------	-------------

## 4.3. Impactos sobre o emprego

Estime e analise os impactos sobre o emprego com base numa quantificação do número adicional de mão-de-obra (antes e depois da adoção da tecnologia). Tais impactos devem ser analisados em termos quantitativos, ou seja, número de empregos considerando a mão-de-obra empregada ou liberada com a adoção da inovação.



Nessa quantificação, deve ser levada em conta a situação anterior e deve-se descontar os empregos da tecnologia que foi substituída. Por outro lado, no caso dos empregos gerados nos demais segmentos da cadeia produtiva, a quantificação deve considerar também o aumento da produção decorrente do uso da tecnologia (incremento de produtividade, por exemplo).

Em tal processo, podem ser usados dados primários sobre estimativas de impactos (alterações nos coeficientes técnicos de custos de produção, por exemplo), seja nos sistemas de produção, seja em outros segmentos da cadeia produtiva (processamento agroindustrial, distribuição, etc.). Para evitar superestimação, é importante compatibilizar os dados estimados com dados secundários (IBGE, censos, Pnad, etc.).

---

### **Número de empregos gerados ao longo da cadeia:**

---

#### 4.4. Fonte de dados

Informe a fonte dos dados usados na avaliação, em especial, o número de usuários entrevistados para a avaliação dos impactos sociais a partir do uso da metodologia Ambitec-Social. Comente sobre seu perfil: se são produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e/ou produtores patronais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado) e, ainda, liste os municípios onde as entrevistas foram realizadas.

Já em relação à quantificação dos empregos gerados ou eliminados com o uso da tecnologia, informe as fontes utilizadas para a consulta de informações. A Tabela 4.4.1, baseada no modelo enviado pela Embrapa Cerrados, pode ser usada como referência.

**Nota:** pode-se acrescentar linhas à Tabela 4.4.1, caso haja necessidade.

**Tabela 4.4.1.** Número de consultas realizadas por município.

Município	Estado	Produtor familiar		Produtor patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
<b>Total</b>						

## 5. Avaliação dos impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais da tecnologia selecionada deverá ser feita com base no modelo de avaliação desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente. Tal modelo, denominado “Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec)”, baseia-se num conjunto de indicadores e componentes envolvendo seis aspectos de caracterização do impacto ambiental – alcance da tecnologia (abrangência e influência), eficiência tecnológica, conservação ambiental, recuperação ambiental, qualidade do produto, capital social e bem-estar e saúde do animal. Tais aspectos variam conforme o tipo de Ambitec utilizado.

### 5.1. Avaliação dos impactos ambientais

Avale os impactos ambientais da tecnologia, com base no “Sistema de Avaliação de Impacto da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec)” consultando pelo menos dez usuários da tecnologia. Como existem três variações do Ambitec, segundo a natureza da tecnologia, utilize a tabela apropriada e aponte os resultados nas colunas respectivas (Agro, Agroindústria ou Produção Animal).

As consultas de opiniões devem ser dirigidas preferencialmente aos usuários da tecnologia. No entanto, caso isso não seja possível, pode-se consultar pessoas que conheçam os resultados da adoção da tecnologia, como os extensionistas e/ou os responsáveis pela transferência, externos à equipe de geração da tecnologia.

Da mesma forma que no caso do Ambitec-Social, a análise de cada aspecto da avaliação de impacto ambiental deverá ser feita em separado (itens 5.1.2.1 a 5.1.7.1), abaixo das respectivas tabelas. Ao final (item 5.2), deve ser feita uma análise do índice de impacto ambiental.

**Atenção:** caso a Unidade aplique o Ambitec na íntegra, ou seja, consultando vários usuários e usando o modelo em Excel com seus respectivos pesos, deve-se colocar nas tabelas os resultados finais de tal avaliação, conforme o tipo de produtor consultado – **Tipo 1:** produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e **Tipo 2:** produtores patronais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado). As análises devem ser realizadas considerando também essa tipologia. Sempre que a equipe observar alguma diferenciação nos resultados a partir da adoção da tecnologia por tipos diferentes de produtores, deve apontar tais especificidades.

**Nota:** caso alguns itens da metodologia não sejam adequados para avaliar os impactos ambientais da tecnologia, marque a opção “não se aplica” nas tabelas seguintes e justifique tal inadequação. Porém, se a equipe considerar que a metodologia Ambitec, integralmente, não se aplica, **justifique** logo abaixo. Lembramos que nos casos em que a metodologia realmente não se aplica, a Unidade não é prejudicada na avaliação do relatório.

**A Unidade utilizou a metodologia Ambitec ( ) sim ( ) não.**

#### 5.1.1. *Alcance da tecnologia*

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica na qual esta influencia a atividade/ou produto e é definido pela abrangência (área total cultivada com o produto – em hectares) e pela influência (porcentagem dessa área à qual a tecnologia se aplica). Esse é um aspecto geral da tecnologia, independentemente do seu uso local. Portanto, não está incluído nas matrizes de avaliação. Dessa forma, deve ser descrito e analisado a partir de informações geradas pelo projeto.

#### 5.1.2. *Eficiência tecnológica*

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos, sejam eles tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

Com base nos valores apresentados na Tabela 5.1.2.1, avalie e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os componentes do aspecto eficiência tecnológica.

**Tabela 5.1.2.1. Eficiência tecnológica.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Uso de agroquímicos/insumos químicos e/ou materiais				
Uso de energia				
Uso de recursos naturais				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

### 5.1.3. *Conservação ambiental*

A contribuição da tecnologia para a conservação ambiental é avaliada segundo seu efeito na qualidade dos compartimentos do ambiente, ou seja, atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade. Selecione a tabela apropriada e digite os resultados nas colunas respectivas:

Com base nos valores apresentados nas Tabelas 5.1.3.1 a 5.1.3.3, conforme o tipo de Ambitec utilizado para avaliar a tecnologia, analise os resultados obtidos.

**Tabela 5.1.3.1. Conservação ambiental para Ambitec-Agro.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Atmosfera				
Capacidade produtiva do solo				
Água				
Biodiversidade				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

**Tabela 5.1.3.2. Conservação ambiental para Ambitec-Agroindústria.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Atmosfera				
Geração de resíduos sólidos				
Água				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

**Tabela 5.1.3.3. Conservação ambiental para Ambitec-ProduçãoAnimal.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Atmosfera				
Capacidade produtiva do solo				
Água				
Biodiversidade				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

#### 5.1.4. *Recuperação ambiental*

A recuperação ambiental inclui-se no sistema de avaliação de impacto ambiental em decorrência do estado de degradação presentemente observado praticamente na totalidade das regiões agrícolas do País, impondo que o resgate desse passivo ambiental deva ser uma prioridade de todos os processos de inovação tecnológica agropecuária. Esse aspecto da avaliação refere-se à efetiva contribuição da inovação para a recuperação na propriedade das áreas degradadas, das áreas de preservação permanente e das áreas de mananciais.

**Nota:** esse item não deve ser preenchido quando a tecnologia for relativa à agroindústria.

Com base no valor apresentado na Tabela 5.1.4.1, avalie e comente o resultado obtido ao analisar qualitativamente os componentes do aspecto recuperação ambiental.

**Tabela 5.1.4.1. Recuperação ambiental.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Recuperação ambiental				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

#### 5.1.5. *Qualidade do produto*

A qualidade do produto refere-se aos efeitos da tecnologia em termos de conteúdo de aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos.

**Nota:** esse item não deve ser preenchido quando a tecnologia for avaliada segundo os critérios do Ambitec-Agro.

**Tabela 5.1.5.1. Qualidade do produto.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Recuperação ambiental				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Com base no valor apresentado na Tabela 5.1.5.1, avalie e comente o resultado obtido ao analisar qualitativamente os componentes do aspecto qualidade do produto.

#### 5.1.6. *Capital social*

O indicador relativo ao direcionamento social eventualmente fomentado na Empresa como consequência da adoção tecnológica reflete ganhos quanto: a) à predisposição para realizar consultas e levantamentos para captação de demandas e anseios da comunidade local quanto ao papel social da Empresa (captação de demandas locais); b) à capacitação dos residentes e colaboradores; c) à realização de projetos de extensão comunitária; e d) à divulgação da marca, via patrocínios e apoio à promoção de eventos.

**Nota:** esse item deve ser preenchido somente quando a tecnologia for avaliada segundo os critérios do Ambitec-Agroindústria.

**Tabela 5.1.6.1. Capital social.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Capital social				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Com base no valor apresentado na Tabela 5.1.6.1, avalie e comente o resultado obtido ao analisar qualitativamente os componentes do aspecto capital social.

#### 5.1.7. *Bem-estar e saúde do animal*

As questões relativas ao bem-estar, à saúde e à segurança animal são avaliadas no âmbito das áreas de pastagem ou de permanência extensiva dos animais e nas áreas confinadas, currais, granjas, tanques, etc.

**Nota:** esse item deve ser preenchido somente quando a tecnologia for avaliada segundo os critérios do Ambitec-ProduçãoAnimal.

Com base no valor apresentado na Tabela 5.1.7.1, avalie e comente o resultado obtido ao analisar qualitativamente o componentes do aspecto bem estar e saúde do animal.

**Tabela 5.1.7.1. Bem-estar e saúde do animal.**

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Média tipo 1 <sup>(1)</sup>	Média tipo 2 <sup>(2)</sup>	Média geral
Bem-estar e saúde do animal				

<sup>(1)</sup> Produtor familiar (pequeno).

<sup>(2)</sup> Produtor patronal (médio e grande, comercial).

## 5.2. Índice de impacto ambiental

Faça uma análise do índice final de impacto ambiental gerado pelo Ambitec no qual são agregados e ponderados os coeficientes anteriormente comentados (média ponderada dos itens 5.1.2 a 5.1.7).

Média tipo 1	Média tipo 2	Média geral

## 5.3. Fonte de dados

Informe a fonte dos dados usados na avaliação, em especial o número de usuários entrevistados para a avaliação dos impactos sociais a partir do uso da metodologia Ambitec. Comente sobre seu perfil: se são produtores familiares (pequena escala e pouco vinculados ao mercado) e/ou produtores patronais (médios e grandes e basicamente orientados ao mercado) e, ainda, liste os municípios onde as entrevistas foram realizadas. A Tabela 5.3.1, baseada no modelo enviado pela Embrapa Cerrados, pode ser usada como referência.

**Nota:** pode-se acrescentar linhas à Tabela 5.3.1, caso haja necessidade.

**Tabela 5.3.1. Número de consultas realizadas por município.**

Município	Estado	Produtor patronal				Total
		Produtor familiar Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
<b>Total</b>						

## 6. Avaliação dos impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucional

A avaliação de impacto considerando essas novas dimensões baseia-se na experiência do Geopi/Unicamp na análise dos impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucional e nos indicadores por eles utilizados. Uma síntese dos aspectos conceituais que norteiam tal tipo de avaliação é apresentada no menu do SIDE (“Impacto na Capacitação”).

Como esse tipo de avaliação é baseado em opiniões, para manter a coerência com os Ambitecs ambiental e social, já usados nos relatórios de impacto anteriores, adotou-se a mesma escala (de -3 a +3).

Na avaliação de impacto, consulte, pelo menos, três pessoas que podem ser membros da equipe responsável pela geração da tecnologia e/ou de outras áreas da Unidade, como as de socioeconomia, transferência de tecnologia e comunicação, que conheçam a tecnologia e, se possível, suas evidências de impacto. Em tal processo, recomenda-se diversificar, ao máximo, o perfil técnico das pessoas consultadas.

**Nota:** a avaliação de impactos dessa dimensão é opcional para os centros de produtos e ecorregionais.

### 6.1. Impactos sobre o conhecimento

Avalie os impactos gerados em termos do avanço do conhecimento, em função da natureza dos resultados obtidos, dadas as vantagens dessas novas metodologias, técnicas ou métodos desenvolvidos, usando a tabela abaixo. Essa avaliação deve ser feita com base em evidências de que a tecnologia/conhecimento está sendo usada por instituições de pesquisa ou de ensino, laboratórios, etc., ou no seu potencial para gerar impactos futuros. Um exemplo de evidência de que existe impacto sobre o conhecimento é o registro (depósito) de patentes.

**Nota:** caso a metodologia não seja adequada para avaliar os impactos sobre o conhecimento da tecnologia, marque a opção “não se aplica” nas tabelas seguintes e justifique tal inadequação no item 6.4.

Com base na Tabela 6.1.1, faça uma análise dos resultados da avaliação de impactos mostrando os avanços técnico-científicos obtidos, relativamente à situação anterior.



**Tabela 6.1.1.** Impacto sobre o conhecimento.

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Média
Nível de geração de novos conhecimentos					
Grau de inovação das novas técnicas e métodos gerados					
Nível de intercâmbio de conhecimento					
Diversidade dos conhecimentos aprendidos					
Patentes protegidas					
Artigos técnico-científicos publicados em periódicos indexados					
Teses desenvolvidas a partir da tecnologia					

Escala: Muito negativo (-3): redução de mais de 75%; Negativo (-1): redução de mais de 25% e menos de 75%; Sem mudança (0): sem alteração ou alterações que representam reduções ou aumentos de menos de 25%; Positivo (1): aumento de mais de 25% e menos de 75%; Muito positivo (3): aumento de mais de 75%.

## 6.2. Impactos sobre capacitação

Avalie os impactos da tecnologia ou conhecimento gerado em termos de capacitação ou formação de capacidades, decorrentes da geração, tanto do produto final (tecnologia) quanto de produtos intermediários. Devem ser considerados os eventuais impactos em termos de melhoria na capacidade de criar e participar de rede de P&D e melhoria da capacidade de transferir esses conhecimentos para outros agentes.

**Nota:** caso a metodologia não seja adequada para avaliar os impactos sobre capacitação e aprendizagem da tecnologia, marque a opção “não se aplica” nas tabelas seguintes e justifique tal inadequação no item 6.4.

Com base na Tabela 6.2.1, analise os resultados da avaliação descrevendo as principais evidências de impactos obtidos, relativamente à situação anterior.

**Tabela 6.2.1.** Impacto sobre capacitação.

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Média
Capacidade de se relacionar com o ambiente externo					
Capacidade de formar redes e de estabelecer parcerias					
Capacidade de compartilhar equipamentos e instalações					
Capacidade de socializar o conhecimento gerado					
Capacidade de trocar informações e dados codificados					
Capacitação da equipe técnica					
Capacitação de pessoas externas					

Escala: Muito negativo (-3): redução de mais de 75%; Negativo (-1): redução de mais de 25% e menos de 75%; Sem mudança (0): sem alteração ou alterações que representam reduções ou aumentos de menos de 25%; Positivo (1): aumento de mais de 25% e menos de 75%; Muito positivo (3): aumento de mais de 75%.

### 6.3. Impactos político-institucionais

Avalie os impactos obtidos ou esperados em termos organizacionais ou político-institucionais considerados como decorrentes dos resultados gerados com o desenvolvimento e a adoção da tecnologia. Tal avaliação deve ser feita com base em evidências de que houve impactos organizacionais como, por exemplo, na melhoria na capacidade de gestão, seja de projetos, seja do próprio Centro. Nessa dimensão, incluem-se também os impactos na formulação de políticas públicas, nas relações com outras instituições e na própria imagem da Embrapa.

**Nota:** caso a metodologia não seja adequada para avaliar os impactos político-institucionais da tecnologia, marque a opção “não se aplica” nas tabelas seguintes e justifique tal inadequação no Item 6.4.

Com base na Tabela 6.3.1, analise os resultados da avaliação descrevendo as principais evidências de impactos obtidos, relativamente à situação anterior.

**Tabela 6.3.1.** Impacto político-institucional.

Indicador	Se aplica (Sim/não)	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Média
Mudanças organizacionais e no marco institucional					
Mudanças na orientação de políticas públicas					
Relações de cooperação público-privada					
Melhora da imagem da instituição					
Capacidade de captar recursos					
Multifuncionalidade e interdisciplinaridade das equipes					
Adoção de novos métodos de gestão e de qualidade					

Escala: Muito negativo (-3): redução de mais de 75%; Negativo (-1): redução de mais de 25% e menos de 75%; Sem mudança (0): sem alteração ou alterações que representam reduções ou aumentos de menos de 25%; Positivo (1): aumento de mais de 25% e menos de 75%; Muito positivo (3): aumento de mais de 75%.

#### 6.4. Análise agregada dos impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucionais

Faça uma análise agregada dos resultados das avaliações dos itens 6.1, 6.2 e 6.3 ou justifique a inadequação da metodologia sugerida.

#### 6.5. Fonte de dados

Indique o perfil e o número de pessoas que fizeram a avaliação dos impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucional.

**Nota:** não citar os nomes das pessoas.

### 7. Avaliação integrada e comparativa dos impactos gerados

Conforme os resultados obtidos nas avaliações dos diversos tipos de impactos identificados e analisados nas seções anteriores (itens 3, 4, 5 e 6), faça uma análise final integrando todos os impactos da tecnologia em questão.

Na comparação dos impactos com os anos anteriores, devem ser levados em conta apenas os impactos decorrentes de incrementos na taxa de adoção da tecnologia.

Sempre que houver aumento de benefícios decorrentes de uma maior adoção tecnológica, devem ser apresentadas evidências (bibliografia, fontes, nome da instituição informante, etc.) que comprovem tal incremento.

**Nota:** deve-se evitar que na análise comparativa sejam considerados aumentos de benefícios (excedentes) de um ano para outro, que, na realidade, são decorrentes de melhorias no processo de coleta de dados e não de aumento na taxa de adoção.

## 8. Custos da tecnologia

### 8.1 Estimativa dos custos

Inclua na Tabela 8.1.1 uma estimativa dos gastos da Embrapa com pessoal, custeio e capital (depreciação) na geração (P&D) e na transferência da tecnologia objeto da avaliação de impacto. Em tal estimativa devem ser incluídas tanto as despesas diretas (projeto) quanto as indiretas (administração e manutenção do centro, treinamento, etc.), conforme instruções no menu “Instruções de Custos”.

**Tabela 8.1.1.** Estimativa dos custos.

Ano	Custos de pessoal	Custeio de pesquisa	Depreciação de capital	Custos de administração	Custos de transferência tecnológica	Total
1987						
1988						
1989						
1990						
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						

**Nota:** como nos benefícios, as estimativas são específicas da Embrapa; neste item devem ser incluídas apenas as despesas da Empresa.

## 8.2 Análise dos custos

Comente as estimativas de custos apresentadas na Tabela 8.1.1, especificando de maneira sucinta a metodologia de cálculo usada, especialmente no caso das despesas indiretas.

## 9. Ações sociais

Descreva as principais ações sociais, relacionadas à tecnologia, desenvolvidas pela Unidade e que são caracterizadas para fins do Balanço Social da Empresa. Tais ações são aquelas atividades extra-pesquisa desenvolvidas pelas Unidades e que, desde 1997, vêm sendo explicitadas no Balanço Social.

**Tipo de ação** – Informe na Tabela 9.1 a categoria em que se enquadra a ação social desenvolvida com base na classificação usada no Balanço Social.

### Notas

a) Este item deve ser preenchido em articulação com a área de comunicação da Unidade, a qual é responsável pela descrição de todas as demais ações sociais não relacionadas às tecnologias avaliadas em termos de impacto.

**Tabela 9.1.** Ações sociais.

Tipo de ação
Ações de filantropia
Agricultura familiar
Apoio comunitário
Comunidades indígenas
Educação e formação profissional externa
Educação e formação profissional interna
Meio ambiente e educação ambiental
Participação no Fome Zero
Reforma agrária
Saúde, segurança e medicina do trabalho
Segurança alimentar

b) A inclusão deste item no relatório tem por objetivo integrar a avaliação de impactos às ações sociais no Balanço Social.

## **10. Referências**

Especifique as principais referências relativas à tecnologia objeto da avaliação de impacto e, eventualmente, os estudos de impactos desenvolvidos sobre ela.

## **11. Equipe responsável**

Informe os nomes dos membros da equipe responsável pela elaboração deste trabalho, indicando o papel de cada membro (tipo de avaliação ou item do relatório). Apresente também a origem (não os nomes) das pessoas externas à Unidade consultadas para opinar sobre os impactos da tecnologia (por exemplo, Emater, cooperativas, empresas privadas, produtores, etc.).

*Impressão e acabamento*  
**Embrapa Informação Tecnológica**

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação da Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*

Desde 2001, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem aprimorando uma metodologia de avaliação de suas tecnologias, na busca de um modelo que leve em conta os vários tipos de impactos gerados por elas.

Este livro apresenta os resultados dessa empreitada, sob a forma de um modelo de avaliação de impactos, que abrange várias dimensões: social, ambiental, de capacitação, político-institucional e de avanço no conhecimento, além da tradicional avaliação econômica.

Na construção dessa metodologia de referência, a Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa contou com a colaboração dos técnicos da empresa que atuam na avaliação de impactos e também com a cooperação de seus parceiros.

Esta inovação metodológica da Embrapa, caracterizada por uma abordagem multidimensional, é endereçada principalmente aos setores que atuam nessa área, e certamente vai contribuir para a melhoria da qualidade e a abrangência da avaliação dos impactos na área da pesquisa agropecuária.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



ISBN 978-85-7388-420-8



9 788573 183420 8

CGPE 7209