

# Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa

Antonio Flavio Dias Avila<sup>1</sup>  
Marília Castelo Magalhães<sup>1</sup>  
Graciela Luzia Vedovoto<sup>1</sup>  
Luis José Maria Irias<sup>2</sup>  
Geraldo Stachetti Rodrigues<sup>2</sup>

Quando são divulgados trabalhos sobre os retornos dos investimentos em pesquisa agropecuária na Embrapa, os números surpreendem e muitas vezes surgem questionamentos metodológicos, especialmente quanto à mensuração dos impactos (econômicos, sociais e ambientais). Esse fato se repetiu no momento da divulgação dos valores dos benefícios gerados pela Embrapa no ano de 2004, no seu Balanço Social (EMBRAPA, 2005). O presente documento traz mais detalhes sobre os resultados encontrados no Balanço Social e sobre a metodologia de mensuração dos impactos, bem como apresenta uma revisão dos estudos anteriormente realizados na Empresa e suas relações com estudos similares publicados na literatura mundial.

## Os impactos da Embrapa em 2004

As estimativas dos benefícios econômicos feitas em decorrência da adoção de um conjunto de tecnologias lançadas pela Embrapa nos últimos 10-15 anos mostraram que, no ano passado, foi gerado um excedente econômico de quase 12 bilhões de reais. Se relacionarmos tal benefício ao montante de investimentos realizados no mesmo ano, chega-se a uma relação benefício/custo (B/C) de 13:1. Em outras palavras, isto

significa que para cada real investido na Embrapa existe um retorno de 13 reais.

Também no Balanço Social de 2004 serão apresentados resultados sobre os impactos decorrentes da adoção de tecnologias no nível de emprego ao longo das cadeias produtivas dos produtos envolvidos. As estimativas indicam que a Empresa contribuiu para a geração de mais de 200 mil empregos. Um número também surpreendente, mas considerado dentro das expectativas, dada a ampla adoção de tecnologias Embrapa e os seus desdobramentos nas respectivas cadeias produtivas.

Finalmente, em função do enfoque multidimensional do processo de avaliação de impactos adotado na Empresa, foi realizada uma análise dos impactos potenciais de um subconjunto de 31 tecnologias da Empresa, do ponto de vista ambiental. Também nessa dimensão foram gerados resultados interessantes, e que mostram, em geral, impactos ambientais positivos importantes, considerando um amplo e diversificado conjunto de indicadores.

Vale ressaltar, que os resultados apresentados no Balanço Social de 2004 são fruto de um processo de avaliação multidimensional realizado anualmente na Empresa, com a participação das equipes de socioeconomia de todos os seus

<sup>1</sup> Pesquisadores da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa.

<sup>2</sup> Pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente.

centros de pesquisa e sob a coordenação da Secretaria de Gestão e Estratégia. Em tal processo é analisado um conjunto selecionado de tecnologias (processos, práticas, insumos, etc.) e todas as cultivares da Embrapa atualmente em uso no mercado de sementes, segundo informações recebidas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Associação Brasileira de Sementes (Abrasem).

## Impactos econômicos

As estimativas dos impactos econômicos gerados pela Empresa em 2004 foram estimados usando-se o método do excedente econômico, o mais usado na literatura para se avaliar tal tipo de impacto na pesquisa agropecuária (ALSTON et al., 2001). Na Fig. 1 pode-se visualizar qual seria o excedente econômico (área escura) no caso típico da adoção de uma inovação tecnológica numa dada cultura ou criação.

Empregando-se tal método estimaram-se os ganhos gerados (excedente) por uma amostra de 66 tecnologias Embrapa selecionadas, comparativamente às tecnologias usadas anteriormente pelos produtores, descontados os eventuais adicionais de custos de produção<sup>3</sup>. Os benefícios econômicos estimados, no valor de R\$ 5,96 bilhões, são apresentados na Tabela 1 por tipo de impacto, excluindo-se os impactos gerados por cultivares, estimados em separado.

Para o cálculo dos benefícios econômicos, inicialmente estimaram-se os ganhos líquidos por hectare de cada tecnologia, levando-se em conta as especificidades de cada uma delas. No caso de tecnologias que geram incrementos de produtividade, comparou-se a tecnologia Embrapa com o rendimento de outras tecnologias alternativas, enquanto que na de redução de custo de produção, são comparados custos das tecnologias alternativas com o custo após a adoção da nova tecnologia. No caso de agregação de valor e de expansão da produção em novas áreas, comparam-se as diferenças de renda do produtor.

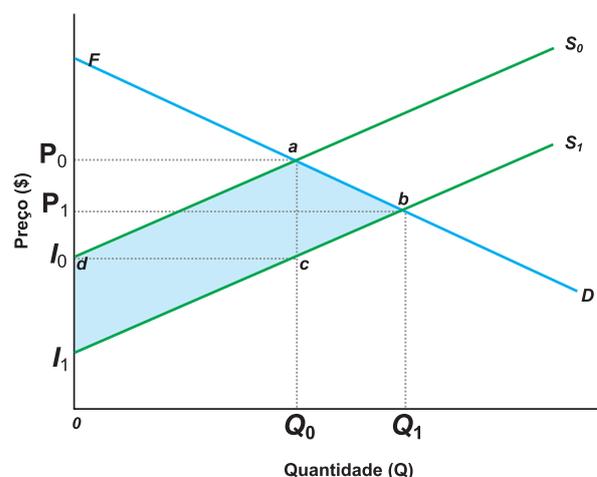


Fig. 1. Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.

Tabela 1. Estimativas dos impactos econômicos de tecnologias Embrapa.

Tipo de impacto	Valor (R\$ milhões)
Incrementos de rendimento	5.147.088
Redução de custos de produção	124.081
Agregação de valores	239.147
Expansão de área	453.441
Total	5.963.757

Fonte: Embrapa (2005).

De posse dos ganhos por hectare devido à adoção da tecnologia (ou em alguns casos por outra medida mais conveniente) e após considerar fatores como preço do produto e custos adicionais, os ganhos são multiplicados pela área de adoção da tecnologia. A comparação da área de adoção entre os anos indica se a tecnologia está aumentando ou reduzindo sua participação no mercado e sendo substituída por outras.

Todos esses dados são estimados por meio de visitas de campo, contatos com técnicos da extensão rural (pública ou privada), pesquisadores que desenvolveram as tecnologias e técnicos da própria Embrapa que atuam na área de transferência de tecnologia.

Todavia, no caso das novas cultivares de algodão, arroz (irrigado e sequeiro), feijão, milho,

<sup>3</sup> Como os impactos econômicos estimados referem-se a tecnologias recentes, o valor apresentado no Balanço Social de 2004 não inclui os benefícios resultantes da adoção de tecnologias geradas nas décadas de 1970 e 1980, como a fixação biológica de nitrogênio, o manejo integrado de pragas da soja, o controle biológico em trigo e soja e as tecnologias em nutrição de suínos e aves, entre outras.

soja e trigo geradas pela Embrapa e adotadas pelos produtores, o excedente econômico também foi calculado comparando-as com cultivares anteriormente usadas (Tabela 2).

Nas estimativas dos ganhos de rendimento usaram-se dados comparativos de ensaios nacionais e regionais de competição de cultivares usadas pelos próprios Centros por ocasião do lançamento das cultivares que ora estão no mercado brasileiro de sementes. Nesse caso, deve-se destacar que no desenvolvimento de muitas dessas cultivares houve a participação de instituições parceiras, como as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPAs).

As estimativas dos impactos econômicos gerados por cultivares Embrapa foram feitas com base na participação das mesmas no mercado brasileiro de sementes de algodão, arroz irrigado, arroz de sequeiro, feijão, milho, soja e trigo.

Estimaram-se os benefícios econômicos de tais cultivares usando para tanto a produção total dos produtos acima referidos (dados da Companhia Nacional de Abastecimento), os seus preços de mercado (dados da Fundação Getúlio Vargas) e as diferenças de rendimento de ensaios nacionais em que se compara as cultivares Embrapa e as usadas anteriormente.

Os dados da participação de sementes Embrapa no mercado (%) correspondem proporcionalmente às áreas cobertas com as cultivares da Embrapa na safra 2002-2003 (ano agrícola anterior), relativamente ao total de cultivares usadas. Tal informação é bastante precisa, uma

vez que é coletada anualmente pelos serviços estaduais de produção de sementes, e depois organizada numa base de dados pelo Mapa e pela Abrasem, com o apoio da Embrapa Transferência de Tecnologia (SNT).

Cabe ressaltar que as estimativas de impacto usadas no Balanço Social são anuais e, portanto, levam em conta a situação econômica e o nível tecnológico a cada ano. Entretanto, para se minimizar a possibilidade de atribuição à Embrapa de benefícios que não são dela derivados, usou-se como limite na distribuição de tais benefícios um percentual máximo de 70%. A atribuição desse percentual é subjetiva, o que é reconhecido pela literatura sobre o assunto, já que não existe uma fórmula matemática para se fazer tal distribuição.

### Impactos ambientais

A complexa natureza das interações 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 sustentabili-

**Tabela 2.** Estimativas dos impactos econômicos das cultivares Embrapa.

Produtos	Área total (ha) <sup>(1)</sup>	Produção total (t) <sup>(1)</sup>	Participação de sementes (%)	Benefício econômico (R\$ 1.000)
Algodão	1.100	2.408,6	29	460.734,77
Arroz irrigado	1.039,2	6.301,7	30	266.390,89
Arroz sequeiro	2.610,3	6.506,5	64	725.915,80
Feijão	4.286,2	2.994,4	64	1.553.010,23
Milho	12.822	42.191,5	11	753.642,37
Soja	21.275,7	49.770,1	46	1.562.684,70
Trigo	2.464,2	5.851,3	31	431.885,10
Total	45.597,60	116.024,10	-	5.754.263,86

<sup>(1)</sup> Fonte: Embrapa (2005).

dade são definidos, a avaliação tende a endereçar o ciclo de vida tecnológico. A montante, isto significa que se faz necessário considerar os recursos requeridos para o desenvolvimento tecnológico (insumos, matérias-primas e habitats afetados), e a jusante deve-se endereçar os resíduos, envolvendo toda extensão de alcance ambiental da tecnologia.

O setor agrícola brasileiro tem recebido atenção especial com respeito aos impactos ambientais, ou seja, aos danos resultantes das atividades agrícolas pelo uso inadequado de insumos e formas de manejo, às consequências de políticas públicas e de influências do mercado internacional de commodities sobre a agricultura nacional, e aos desenvolvimentos promovidos pela pesquisa e requisitos para o desenvolvimento rural sustentável (QUIRINO et al., 1999). Este esforço de estudo e discussão sobre os impactos ambientais da agricultura brasileira vem resultando no direcionamento da pesquisa agrícola oficial para a busca de alternativas para o desenvolvimento sustentável. Para tanto, e como parte desse esforço institucional da Embrapa, introduz-se um sistema prático para a avaliação do impacto ambiental resultante da adoção de inovação tecnológica no processo produtivo agropecuário.

### Sistema Ambitec

A formulação de um sistema de avaliação de impactos ambientais (AIA) de inovações tecnológicas agropecuárias envolve a seleção de indicadores e sua organização em uma plataforma operacional para medida, ponderação e expressão de resultados. O Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Sistema Ambitec); (RODRIGUES et al., 2003a, 2003b; IRIAS et al., 2004a, 2004b) tem uma estrutura hierárquica simples, que parte da escala local (unidade de área, unidade animal ou estabelecimento) do respectivo segmento ou dimensão do agronegócio em avaliação (agropecuária, produção animal ou

agroindústria) e estende-se até a escala de entorno do estabelecimento rural, a paisagem ou microbacia hidrográfica, e atenta para a qualidade dos ecossistemas e para a manutenção de sua capacidade de suporte.

O Sistema Ambitec baseia-se em uma experiência prévia de AIA aplicada a projetos de pesquisa no âmbito institucional, 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 (RODRIGUES et al., 2000). Uma avaliação envolve três etapas: a primeira refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia, que inclui informações sobre o seu alcance (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e sobre o universo de adotantes da tecnologia (definindo-se a amostra de adotantes).

A segunda etapa trata da aplicação dos questionários em entrevistas individuais com os adotantes selecionados e inserção dos dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas componentes do Sistema (plataforma MS-Excelâ), obtendo-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregados de impacto ambiental da tecnologia selecionada. A terceira etapa consiste da 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 conjunto de planilhas eletrônicas<sup>4</sup> componentes do Sistema Ambitec permite a consideração de diversos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental, dependendo do segmento do agronegócio em avaliação. No caso da agropecuária (expressão de impactos tecnológicos por unidade de área), são considerados os aspectos Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental; o segmento produção animal (expressão por unidade animal) considera os aspectos

<sup>4</sup> Arquivos contendo o conjunto de planilhas do Sistema Ambitec estão disponíveis para acesso e uso na página da Embrapa Meio Ambiente: <http://www.cnpma.embrapa.br/servicos>.

Alcance, Eficiência, Conservação, Recuperação Ambiental e Qualidade do Produto e a agroindústria (expressão por estabelecimento agroindustrial) considera os aspectos Alcance, Eficiência, Conservação e Qualidade do Produto. Cada um desses aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do produtor adotante e responsável pelo estabelecimento rural e pela atividade à qual aplica-se a tecnologia.

A inserção desses coeficientes de alteração do componente diretamente nas matrizes e seqüencialmente nas planilhas resulta na expressão automática do coeficiente de impacto ambiental da tecnologia, ponderada por fatores relativos à escala da ocorrência da alteração e à importância do componente na composição do indicador. Os resultados finais da avaliação de impacto são expressos graficamente na planilha "AIA da Tecnologia", após ponderação automática dos coeficientes de alteração fornecidos pelo adotante/responsável, segundo os fatores de ponderação dados.

O Sistema Ambitec vem sendo utilizado anualmente no contexto institucional de P&D na Embrapa, para a avaliação de impactos ambientais das inovações tecnológicas oferecidas pelas Unidades Descentralizadas. Essas avaliações contribuem, por um lado, para apresentar à sociedade os resultados dos investimentos na pesquisa agropecuária; e por outro, para conscientizar pesquisadores e administradores da pesquisa e da transferência de tecnologia sobre a relevância das avaliações de impactos ambientais, como instrumentos para a adequação tecnológica e a sustentabilidade das atividades agropecuárias.

O conjunto de tecnologias incluídas no presente exercício de avaliação de impactos ambientais para o ano 2004, apresentado na Tabela 3, inclui inovações que cobrem um amplo espectro de aplicações desde um sistema

gerencial consolidado como software até sistemas de produção para culturas selecionadas, pastagens ou integração agricultura pecuária; sistemas para controle e manejo integrado de pragas, variedades vegetais e raças animais, sistemas de suporte agroindustrial, até método para recuperação de áreas degradadas. Com esta diversidade de aplicações, os índices de impacto ambiental estimados, usando-se o Sistema Ambitec, variaram amplamente, desde valores mínimos de -2,60 para a tecnologia de "Sistema de produção para algodão nos cerrados", até valores de 5,26 para o "Monitoramento de resistência de carrapatos a acaricidas".

No caso do resultado negativo mencionado (referente à tecnologia "Sistema de produção de algodão para os cerrados brasileiros"), a intensificação produtiva proposta implicou em aumento do uso de insumos e energia, além de pressão por aumento na ocupação de novas áreas, dadas as vantagens econômicas previstas, em uma situação de franca expansão do mercado comprador do produto (algodão). Já no extremo de resultado positivo mencionado (referente à tecnologia "Monitoramento da resistência dos carrapatos aos acaricidas"), vantagens excepcionais foram associadas à minimização do uso de produtos químicos tóxicos (acaricidas), implicando grandes reduções nas emissões para a atmosfera e água, além de expressiva melhoria na qualidade do produto, uma vez que resíduos de carrapaticidas são um problema importante do setor (Tabela 3).

Em termos gerais, as inovações tecnológicas associadas à proposição de sistemas de produção que visam à intensificação agropecuária estiveram associadas a índices de impacto de menor amplitude ou negativos, enquanto as inovações vinculadas a sistemas de gestão, como manejo e produção integrada, manejo conservacionista ou alternativo (como variedade de cana indicada para alimentação animal) alcançaram maiores amplitudes positivas. Esse fato é corroborado por estar a maioria dos índices parciais de impacto negativos associados aos indicadores uso de energia (13 em 31 tecnologias analisadas), uso de insumos (9 em 31) e impacto sobre a biodiversidade (8 em 31).

**Tabela 3. Impactos ambientais de um conjunto selecionado de tecnologias Embrapa.**

Indicadores de impacto ambiental	Unidade	Uso de agro-químicos/ insumos químicos e materiais	Uso de energia	Uso de recursos naturais	Atmosfera	Capacidade produtiva do solo	Geração de resíduos sólidos	Água	Biodiversidade	Recuperação ambiental	Qualidade do produto	Índice de impacto ambiental
Sisplan: Sistema computacional para gestão florestal	Florestas	0	0	4	0	0	-	0	0	2,4	-	1,30
Desempenho das pastagens no sistema de integração	Agropecuária Oeste	2	0,5	0	0	3,75	-	1,25	0	1	-	1,06
Dosagem do regulador de crescimento cloreto de mepiquat na cultura	Agropecuária Oeste	1	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0,13
Sistema de produção de algodão arbóreo semiperene de fibras coloridas para a agricultura familiar no Nordeste brasileiro	Algodão	1	-0,5	-2	-3,2	2,5	-	0	-1,5	1,2	-	-0,03
Sistema de produção de algodão herbáceo para a agricultura familiar no Nordeste brasileiro	Algodão	1	-0,5	0	-3,2	2,5	-	0	-1,5	1,2	0	-0,06
Controle integrado de pragas da Macieira	Uva e Vinho	8,5	0,5	0	1	1,25	-	0	2,4	0	-	1,71
Produção Integrada de Maçã	Uva e Vinho	6	1,5	-2	2,8	5	-	0	3,8	1,8	-	2,36
Lançamento de novas cultivares de trigo após 1986	Trigo	0,57	0,61	0,75	0	0	-	0	-0,04	0,02	-	1,91
Técnicas de produção aplicadas ao sistema de produção extensivo de gado de corte no Pantanal	Pantanal	-2,5	0	0	0	0	-	0	6	0	0	0,86
Cultivar de feijão tipo preto ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) "BRS Valente"	Arroz e Feijão	0,4	0,2	0	0	0	-	0	0	0	-	0,38
Soca de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.)	Arroz e Feijão	-0,3	-0,6	0,9	-0,8	0	-	0	1	0	-	0,03
Embrapa MS 058	Suínos e Aves	0,2	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0,5
Monitoramento da resistência dos carrapatos aos acaricidas	Gado de Leite	2,10	0,28	2,40	10,40	0,20	-	4,80	0	1,60	10,80	5,26
Cultivar de cana-de-açúcar IAC86-2480 testada e recomendada pela Embrapa Pecuária Sudeste para alimentação de bovinos	Pecuária Sudeste	1	0,5	1	4,5	2	-	0,8	0,8	0	0	1,17
Varietade de milho "Sol da Manhã"	Agrobiologia	0	-0,1	0,4	0,4	0	-	0	0	0	-	0,7

Continua...

### Continuação da Tabela 3.

Indicadores de impacto ambiental Inovações tecnológicas	Unidade	Uso de agro-químicos/ insumos químicos e ou materiais	Uso de energia	Uso de recursos naturais	Atmosfera	Capacidade produtiva do solo	Geração de resíduos sólidos	Água	Biodiversidade	Recuperação ambiental	Qualidade do produto	Índice de impacto ambiental
Recuperação de áreas degradadas por atividade de mineração ou processamento de bauxita	Agrobiologia	-0,3	-0,1	0	0	0	-	0	0	3	-	0,13
Produção de mudas de leguminosas arbóreas para plantio em áreas destinadas a revegetação	Agroindústria de Alimentos	-0,3	-0,1	0	0	0	-	0	0	3	-	0,13
Sistema de secagem de produtos vegetais em pequena escala de produção	Agrobiologia	3	-1,5	-2,5	0	-	-0,3	0	-	-	0	1,4
Recomendação de molibdênio para adubação da cana-de-açúcar	Agrobiologia	1,2	0	0	0,6	-	-	0	0	-	-	0,6
Uso de gesso agrícola na cultura de café em solos do Cerrado	Cerrados	0	1,1	5,5	0	3,75	-	1	0	0,2	1,49	1,49
Soja cultivar Tracajá	Roraima	-14	-4,5	4,5	2,3	1,25	-	-1	-3	4	-	-1,31
Sistema de secagem de produtos vegetais em pequena escala de produção	Agroindústria de Alimentos	3	-1,5	-2,5	0	-	-0,3	0	-	-	0	1,40
Tratamento estratégico de verminose em caprinos	Meio Norte	-0,94	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-0,94
Manejo integrado de pragas (MIP) do Feijoeiro Comum ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Arroz e Feijão	2,1	0,8	0	2	1,25	-	2	2	0	-	2,72
Sistema de rotação de culturas com pastagens anuais de inverno	Trigo	0	-0,53	0	0	0	-	0,56	0	0	-	0,21
Nova cultivar Moscato	Uva e Vinho	7,5	1,5	-2	1	0	-	0	-0,8	0	-	0,9
Embrapa 051	Suínos e Aves	0	5	1,8	3,6	-0,5	0	0	-3	0,7	5	2,25
Sistema de produção de algodão para os cerrados brasileiros	Algodão	-6,5	-2	0	-4	-2,5	-	0	-1,5	0	-	-2,6
Controle químico do percevejo barriga verde ( <i>Dichelops melacanthus</i> ) no milho safrinha no Estado do Mato Grosso	Agropecuária Oeste	-7,5	-0,5	0	-0,8	3,75	-	0	0	0,20	-	-0,61
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Gado de Corte	-1,5	-0,5	-0,2	0	1	-	0,2	-3,3	0,2	-0,35	-0,4
Manejo integrado da vespa-da-madeira ( <i>Sirex noctilio</i> ) em povoamentos de pinus	Florestas	8	0	2	2	0	-	0	2	3,2	-	2,15

Fonte: Embrapa (2005).

Esses índices negativos estão possivelmente associados a ampliação de área ocupada e aumento no uso de insumos, indicadores freqüentemente associados à intensificação agropecuária. Assim, pode-se concluir que os processos de intensificação estão implicados na geração de impactos ambientais negativos associados às inovações tecnológicas propostas pela Embrapa, em especial no tocante a ampliação da ocupação de áreas e uso de insumos e recursos. Isso significa, de um lado, que seria recomendação importante para os adotantes dessas inovações, que devem ser respeitados os limites de ocupação dos espaços rurais; e de outro lado, que na maioria das vezes, os impactos ambientais associados às inovações tecnológicas são secundários, resultantes da ampliação da base produtiva e com reflexos no desempenho econômico e social das atividades.

Uma recente revisão sobre métodos para AIA aplicado à agropecuária, que incluiu uma análise crítica do Sistema Ambitec (PAYRAUDEAU et al., 2004), enfatizou os principais objetivos do sistema, de prover um diagnóstico ambiental e identificar as práticas causais de emissões de poluentes e de uso de recursos. O estudo valorizou o tipo de abordagem do Sistema Ambitec (AIA), que satisfaz a necessidade dos métodos de avaliação serem transparentes em sua construção, suficientemente simples para aplicação prática no campo, enquanto suficientemente completos para evitar erros de diagnóstico. Dentre os sistemas incluídos no estudo, o Sistema Ambitec esteve entre aqueles que tratam do maior número de objetivos de avaliação, porém no presente o sistema vem sendo ampliado para incluir a avaliação de impactos sociais, conforme segue.

### **Impactos sociais**

A dimensão e a importância social dos produtos e serviços gerados pela Embrapa estão sendo recentemente medidos nos estudos de avaliação de impactos de suas tecnologias. Os esforços iniciais foram dirigidos à geração de empregos, mas já se encontra em fase de testes

uma metodologia que permite identificar e avaliar, de modo mais amplo, os impactos sociais relativos aos aspectos de geração e qualidade do emprego, da renda, da saúde e da gestão e administração de estabelecimentos rurais (RODRIGUES et al., 2005). No caso da geração de emprego, em 2004, as estimativas realizadas no âmbito da Empresa indicaram que a adoção de suas tecnologias contribuiu efetivamente para a geração de mais postos de trabalho, seja no campo, seja nas agroindústrias.

Em uma amostra de 30 tecnologias avaliadas, de um universo de 120 incluídas no contexto do sistema de avaliação de impactos, a Embrapa indica que foram gerados aproximadamente 206.831 postos de trabalho, considerando os vários segmentos da cadeia produtiva dos produtos envolvidos. É importante destacar que são considerados apenas os empregos adicionais, 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. Entretanto, como os estudos de avaliação de impactos abrangem um número relativamente reduzido de tecnologias geradas, com ênfase naquelas mais recentes, o número de empregos gerados pelas tecnologias da Embrapa ao longo de sua história é bem maior do que este estimado para esta amostra.

Ampliando esta ênfase inicial na quantificação do número de novos empregos, os estudos de avaliação de impactos sociais atualmente realizados na Embrapa abordam os benefícios sociais trazidos pela adoção de tecnologias sobre vários outros aspectos. São incluídas considerações sobre impactos sociais do ponto de vista da capacitação e da condição do trabalhador, da geração e da qualidade do emprego; da captação, distribuição e diversidade das fontes de renda; da saúde ocupacional e pessoal e da segurança alimentar; do perfil do responsável, das condições de comercialização, da destinação de resíduos e do relacionamento institucional do estabelecimento rural.

Pode-se destacar o impacto do ponto de vista da saúde, com o desenvolvimento, por

exemplo, de tecnologias cujo objetivo é a produção de alimentos fortificados com algum nutriente específico. O consumo desses alimentos pode proporcionar uma grande economia ao País no que se refere à prevenção de doenças. Há também relatos sobre como a adoção de determinadas tecnologias permitiu aos produtores a permanência no campo. Este é um benefício social de difícil mensuração, por ser um dos desdobramentos dos impactos econômicos. Outro benefício social importante se refere à segurança do trabalhador no campo, com a adoção, por exemplo, de tecnologias poupadoras do uso de substâncias nocivas à saúde humana.

No intuito de aprimorar a avaliação de impactos sociais uma nova metodologia, o Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social) está atualmente sendo testado nas Unidades da Embrapa. Esta metodologia vem sendo desenvolvida por uma equipe de pesquisadores e colaboradores da Embrapa Meio Ambiente e, assim como a metodologia de avaliação de impactos ambientais, integra uma série de aspectos e indicadores sociais em índices parciais e em um índice geral de impacto social da tecnologia.

### **Ambitec-Social**

O Ambitec-Social consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas elaboradas para permitir a consideração de quatro aspectos de contribuição de uma dada tecnologia para melhoria social na produção agropecuária, quais sejam, emprego, renda, saúde e gestão e administração (RODRIGUES et al., 2005). Tais aspectos englobam um conjunto de quatorze indicadores e 79 componentes explicativos dos impactos sociais resultantes da adoção de uma dada tecnologia no âmbito de uma propriedade rural.

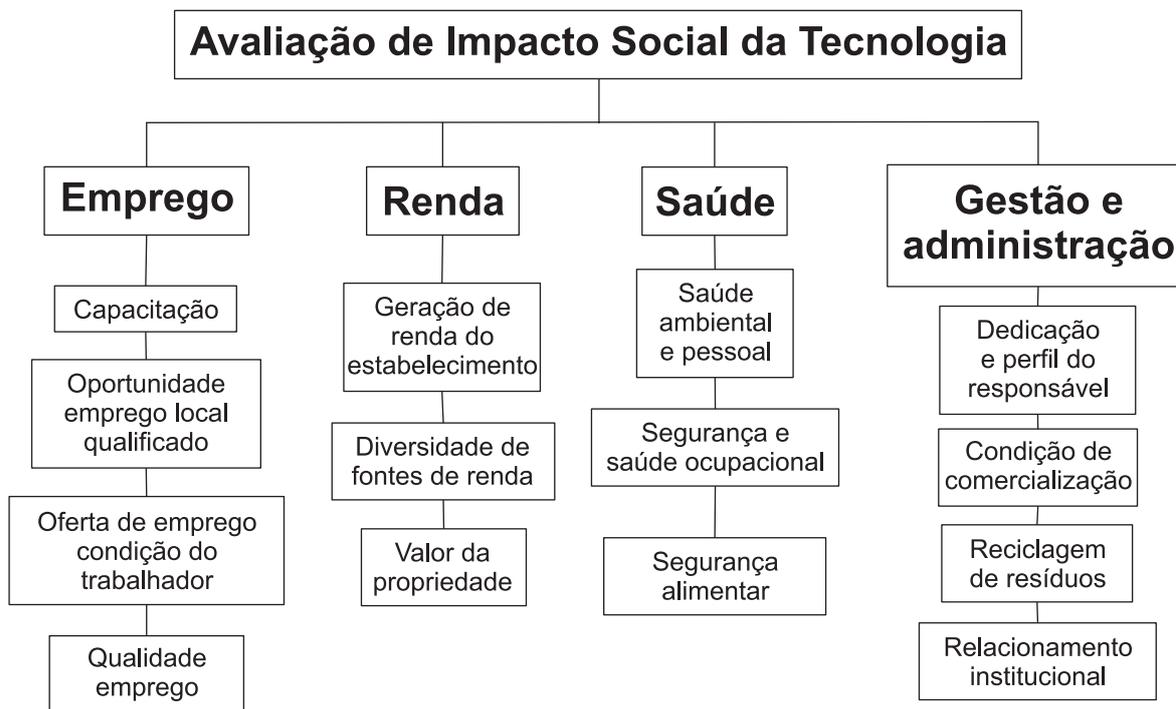
O aspecto emprego possui quatro indicadores: capacitação; oportunidade de emprego local qualificado; oferta de emprego e condição do trabalhador; e qualidade do emprego. O aspecto renda consiste de três indicadores: geração de renda do estabelecimento; diversi-

dade de fontes de renda; e valor da propriedade. O aspecto saúde considera três indicadores: saúde ambiental e pessoal; segurança e saúde ocupacional; e segurança alimentar. Finalmente, o aspecto gestão e administração compreende quatro indicadores: dedicação e perfil do responsável; condição de comercialização; reciclagem de resíduos; e relacionamento institucional (Fig. 2).

A aplicação da metodologia segue as mesmas linhas de avaliação e etapas apresentadas para o Sistema Ambitec. A primeira etapa se refere ao processo de levantamento e coleta de dados sobre a tecnologia, incluindo informações sobre a sua abrangência e influência, obtidas dos dados técnicos do projeto de P&D. Em seguida, define-se a amostra (universo de adotantes da tecnologia). Os componentes dos indicadores de impacto social são avaliados em entrevistas e vistorias aplicadas pelo usuário do Ambitec-Social junto ao responsável pelo estabelecimento rural, que expressa os coeficientes de alteração dos componentes, em virtude da influência da tecnologia avaliada sobre a atividade agropecuária.

Segundo Rodrigues et al. (2005), "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 a indicação de medidas de fomento ou controle da adoção da tecnologia, segundo planos de desenvolvimento local sustentável e, finalmente, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação, seleção e transferência de tecnologias agropecuárias."

Com o Ambitec-Social, a Embrapa visa a analisar, de forma integrada, os diversos aspectos implicados com as contribuições de suas tecnologias para o bem estar social. Composto com as abordagens econômica e ambiental (ou ecológica), essas avaliações favorecem a tomada de decisão quanto à elaboração de projetos de pesquisa, à transferência e à adoção tecnológica, sob uma perspectiva de desenvolvimento susten-



**Fig. 2.** Aspectos e indicadores para a avaliação de impacto social da inovação tecnológica (Ambitec-Social).  
 Fonte: Rodrigues et al. (2005).

tável no âmbito do estabelecimento rural e dos territórios em que se inserem. A integração dos indicadores das dimensões ecológica, social e econômico traduz a diversidade de aspectos considerados, construídos em uma base metodológica homogênea, capaz de avaliar as mais variadas tecnologias geradas pelos diversos Centros de Pesquisa da Empresa.

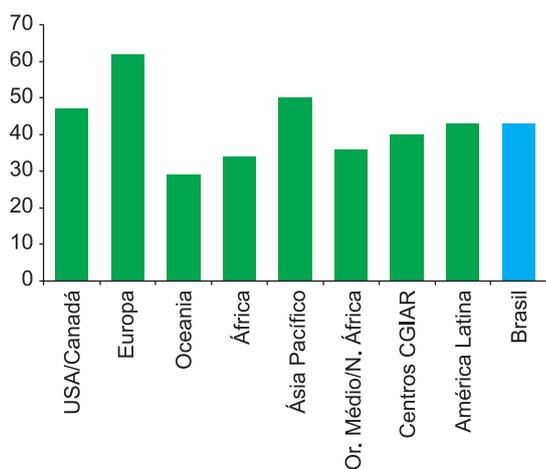
### **A consistência dos resultados obtidos: Embrapa e outras instituições**

Os resultados obtidos nessa avaliação dos impactos gerados pela Embrapa em 2004, na realidade, não surpreendem já que a literatura econômica mundial, incluindo a brasileira, tem mostrado claramente de que a pesquisa agropecuária é uma atividade altamente rentável. A este respeito Bonelli e Pessoa (1998) afirmam textualmente:

“Empiricamente, nossos resultados confirmam o que já foi enfatizado à exaustão ao longo do texto e em diversos outros estudos do gênero: qualquer que seja o método que se adote para a mensuração, os investimentos em pesquisa agrícola efetuados pela Embrapa geram retornos, produtivos ou de produtividade, muito elevados”.

No caso econômico, isto tem sido mostrado usando-se as mais diferentes metodologias, e o que é importante, baseada em estudos realizados tanto por economistas de dentro, como de fora das instituições envolvidas em tal atividade. Estudo recente desenvolvido por Alston et al. (2001), em que foram analisados quase 2 mil artigos de avaliação de retorno de investimentos em pesquisa agropecuária realizados em todo o mundo, confirmou esta alta rentabilidade. Uma síntese das taxas de retorno levantadas pelos autores desta chamada "meta-análise", por região do mundo, é apresentada na Fig. 3.

Os dados mostram que a rentabilidade da pesquisa agropecuária no Brasil se situa no mesmo



**Fig. 3.** Medianas taxas de retorno da pesquisa agropecuária no mundo. Período 1957-1997.

Fonte: Regiões do mundo - The World Bank (2001) e Brasil - Avila e Souza (2002).

patamar da América Latina e um pouco acima das taxas encontradas nos centros internacionais de pesquisa agrícola vinculados ao Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). Entretanto, a rentabilidade brasileira é superior àquela de regiões como África, Oriente Médio e Oceania e inferior àquela de regiões desenvolvidas (USA/Canadá e Europa).

Vale ressaltar que essa diferenciação de taxas de retorno entre as diversas regiões do mundo é em muito explicada pela dinâmica da agricultura onde as tecnologias geradas foram adotadas. É sabido que nos países desenvolvidos existe uma agricultura empresarial muito avançada, o que torna mais rápido o processo de adoção e difusão de qualquer inovação tecnológica.

Vale ressaltar que dos estudos desenvolvidos no Brasil e mostrados nas Tabelas 4 e 5, a grande maioria foi desenvolvido na Embrapa, iniciando-se por Cruz et al., em 1982. Isso ocorreu em decorrência de uma política da Empresa que, desde meados dos anos 1980, priorizou tal atividade, montando e capacitando equipes para trabalhar nessa área, tanto na Sede da Empresa quanto nos seus 37 Centros de Pesquisa. Tal programa não só envolve a realização de estudos a cargo dos próprios socioeconomistas da Empresa (da Sede e dos Centros), mas também tem contado com especialistas nacionais e

internacionais, especialmente oriundos de universidades brasileiras (Viçosa, Brasília, Ceará e Rio Grande do Sul, entre outras) e americanas (Yale, Davis e Minnesota).

Nos estudos apresentados na Tabela 4, os autores estimaram o fluxo de benefícios por meio do método do excedente econômico, o que lhes permitiu estimar a taxa interna de retorno dos investimentos realizados. Já no caso dos estudos apresentados na Tabela 5, os modelos usados foram econométricos e, portanto, a rentabilidade dos investimentos foi avaliada com base na taxa marginal interna de retorno. Nesse caso, a taxa é estimada a partir dos coeficientes da variável pesquisa agropecuária, que entra no modelo como uma das variáveis explicativas das mudanças na produtividade agrícola.

Os resultados apresentados mostram a alta rentabilidade dos investimentos em pesquisa agropecuária no Brasil, o que evidencia que os resultados obtidos no Balanço Social da Embrapa de 2004 são consistentes com a literatura. Também no caso brasileiro, notam-se diferenças, o que, conforme já explicado, tem a ver com a dinâmica da agricultura onde as tecnologias geradas têm sido adotadas.

Uma outra medida usada para avaliar o retorno do investimento em pesquisa agropecuária é a relação benefício/custo, que é calculada dividindo-se o valor presente líquido dos benefícios econômicos gerados pelas tecnologias pelo valor presente líquido dos custos das pesquisas realizadas para gerá-las.

A relação benefício/custo do programa de melhoramento de soja, arroz de sequeiro e feijão da Embrapa foi estimado recentemente por Pardey et al. (2004). Os valores estimados mostram uma relação positiva, sendo mais alta a do programa de melhoramento de soja (31/1), seguido do programa de arroz de sequeiro com 5/1 e do programa de feijão com 3/1. A relação benefício/custo média do programa de melhoramento da Embrapa, estimada pelos autores para essas três culturas, foi de 16/1, o que, mais uma vez, confirma a alta rentabilidade das inversões da Empresa, sobretudo em melhoramento genético, já

**Tabela 4.** Taxas internas de retorno dos investimentos em pesquisa agropecuária.

<b>Autores e Ano</b>	<b>Abrangência</b>	<b>Produto/nível</b>	<b>TIR</b>
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 et al. (1982)	Embrapa	Agregado	22-43
Ribeiro (1982)	Estado de Minas Gerais	Arroz	69
		Algodão	48
		Soja	36
Cruz e Avila (1983)	Projeto Banco Mundial (I)	Agregado	20-38
Avila, Borges, Irias e Quirino (1984)	Embrapa	Programa de Treinamento	22-30
Roessing (1984)	Embrapa Centro Soja	Soja	45-62
Ambrosi e Cruz (1984)	Embrapa Centro Trigo	Trigo	59-74
Avila, Irias e Veloso (1985)	Projeto BID (II): Pesquisa Embrapa	Agregado	27
		Agregado	38
Monteiro (1985)	Minas Gerais e Espírito Santo	Cacau	61-79
Barbosa, Cruz e Avila (1988)	Embrapa	Agregado	34-41
Barbosa, Avila e Motta (1988)	Projeto Banco Mundial (II)	Agregado	43
Kitamura et al. (1989)	Embrapa Norte	Agregado	24
Santos et al. (1989)	Embrapa Nordeste	Agregado	25
Teixeira et al. (1989)	Embrapa Centro-Oeste	Agregado	43
Lanzer et al. (1989)	Embrapa Sul	Agregado	45
Santos e Barros (1989)	Embrapa Centro Algodão	Agregado	24-37
Gonçalves, Souza e Rezende (1989)	Estado de São Paulo	Arroz	85-95
Kahn e Souza (1991)	Embrapa Centro Mandioca e Fruticultura Tropical	Mandioca e Feijão-caupi	29-46
Barbosa e Cruz (1993)	Projeto BID (II)	Agregado	43
Dossa e Contini (1994)	Embrapa Centro Soja	Agregado	65
Avila e Evenson (1995)	Embrapa Programas Nacionais	Agregado	56
	Embrapa Centros Regionais		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, Morelli e Makishima (1997)	Embrapa Centro Hortaliças	Cenoura	36
Pereira e Santos (1998)	Embrapa Centro Algodão	Agregado	15
Cançado Júnior, Lima e Rufino (2000)	Estado Minas Gerais	Agregado	32
Almeida, Avila e Wetzel (2000)	Embrapa	Melhoramento Soja	69
Ambrosi (2000)	Embrapa Centro Trigo	Agregado	88-143
Almeida e Yokoyama (2001)	Embrapa Centro Arroz e Feijão	Melhoramento e arroz de sequeiro	93-115
Pardey et al. (2004)	Embrapa: Programa de Melhoramento Genético	Soja	53
		Arroz de sequeiro	24
		Feijão	15

Fonte: Avila e Souza (2002).

**Tabela 5.** Taxas marginais de retorno dos investimentos em pesquisa agropecuária.

<b>Autores e Ano</b>	<b>Abrangência</b>	<b>Produto/nível</b>	<b>TIR</b>
Evenson (1982)	Brasil	Agregado	69
Silva (1984)	Brasil	Agregado	60
Pinazza et al. (1984)	Estado de São Paulo	Cana-de-açúcar	35
Ayres (1985)	Brasil	Soja	46
	Estado de Paraná		51
	Estado de São Paulo		23
	Estado de Santa Catarina		31
	Estado de Rio Grande Sul		53
Evenson e Cruz (1989a)	Brasil	Trigo	39
		Milho	30
		Soja	50
Evenson (1990a)	Brasil	Culturas temporárias	41-141
Evenson (1990b)	Brasil – Centro-Sul	Culturas temporárias	68-75
		Culturas perenes	71-78
Bonelli e Pessoa (1998)	Embrapa	Agregado	18-27

mostrado anteriormente neste artigo quando se tratou da participação da Embrapa das cultivares no mercado brasileiro de sementes.

Dados os resultados apresentados acima, fica evidente que a relação benefício/custo de 13/1 mostrada no Balanço Social de 2004 é coerente. Os valores obtidos por Pardey et al. (2004) são maiores porque os autores apenas avaliaram o programa de melhoramento, considerado uma das atividades mais rentáveis em qualquer instituição de pesquisa agropecuária. Tal relação benefício/custo é similar à encontrada no Balanço Social da Embrapa de 2003 (AVILA, 2004).

Esta análise pode ser enriquecida fazendo-se uma estimativa mais apurada da relação benefício/custo, ou seja, sem limitar aos dados de custos e benefícios de 2004. Se numa hipótese mais pessimista for considerado que os benefícios econômicos do ano passado são resultantes de investimentos feitos ao longo dos 32 anos de história da Embrapa, devidamente atualizados, esta relação cai para 2/1. Como, na realidade, os 5,6 bilhões de reais investidos no período 1974-2004 não só geraram benefícios num dado ano, esta relação, mesmo sendo positiva, está subestimada.

Uma relação benefício/custo mais plausível seria aquela em que se relacionariam todos os custos da Embrapa com os benefícios econômicos estimados. Como não se tem os benefícios estimados durante todo o período, numa mesma metodologia de cálculo, pode-se estimar a relação B/C usando-se apenas os benefícios estimados para o período 1997-2004 e que constam dos respectivos Balanços Sociais anuais. Nesta hipótese a relação benefício/custo é de 9,6/1, o que significa que a cada real investido na Embrapa existe um retorno de cerca de 10 reais.

Esta última relação B/C (9,6/1) é similar àquela obtida por Raitzer (2003) na avaliação dos retornos dos investimentos dos centros internacionais de pesquisa agrícola do CGIAR. O referido autor estimou a taxa de 9/1 num estudo em que considerou cinco cenários, indo desde o mais otimista (17,26/1) até um cenário mais pessimista onde a relação B/C foi de 1,94/1. Portanto, os resultados obtidos na Embrapa usando este tipo de indicador de rentabilidade também estão dentro dos limites mostrados na literatura.

Em um estudo recente, desenvolvido na Embrapa, pesquisadores de vários Centros de Pesquisa da Empresa avaliaram os impactos

econômicos e ambientais de uma amostra de 12 tecnologias. Este trabalho ocorreu como um dos pré-requisitos solicitados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), como parte do processo de avaliação de impacto do projeto Programa de Inovação Tecnológica Agroalimentar e Agroindustrial para o Futuro (Agrofuturo) (MAGALHÃES et al., 2005).

Uma síntese dos resultados das avaliações de impactos econômicos, medidos em termos da taxa interna de retorno, do valor presente líquido e da relação benefício/custo desta amostra de tecnologias são apresentados na Tabela 6. Os valores apresentados, apesar de bastante variados dada a natureza das tecnologias incluídas na amostra e o tipo de produto em que se aplica (culturas anuais, culturas perenes, produção animal e processamento industrial), demonstraram, mais uma vez, a alta rentabilidade dos investimentos na Embrapa.

## Conclusões

Os resultados obtidos na avaliação dos impactos da Embrapa em 2004, mostradas no Balanço Social, e a comparação dos mesmos com estudos similares realizados no Brasil e no exterior, confirmam a alta rentabilidade dos investimentos.

Os vários indicadores apresentados, seja na avaliação dos impactos econômicos, seja na avaliação dos impactos sociais e ambientais, mostram que os investimentos feitos ao longo de seus mais de 32 anos foram compensadores para a sociedade brasileira.

Uma análise das condicionantes da produtividade total dos fatores (PTF) feita por Gasques et al. (2004) mostram por um outro ângulo a importância do papel da pesquisa agropecuária desenvolvida na Embrapa para o crescimento da produtividade da agropecuária no Brasil e, portanto, para a geração de excedentes. Os referidos autores encontraram que uma variação de 1% nos gastos em pesquisa tem um impacto de imediato da ordem de 0,17% na PTF, enquanto no caso do crédito rural este efeito é bastante pequeno (0,06%).

Gasques et al. (2004) sugerem ainda que no crescimento futuro da produtividade total dos fatores na agricultura mundial, o papel da pesquisa e da extensão rural será decisivo. No caso brasileiro, eles estimaram uma taxa média de crescimento de 3,30% ao ano, no período 1975-2002, usando o índice de Tornqvist. Avila, Romano e Garagorry (2005) também estimaram a taxa de crescimento da PTF na agricultura brasileira e obtiveram resultado muito similar (3,54%), assim

**Tabela 6.** Síntese das análises benefício/custo das tecnologias selecionadas.

Título da tecnologia	TIR (%)	VPL (R\$ 1.000)	B/C
<i>Eucalyptus benthamii</i> – tolerante a geadas severas	13	6.116	1,5/1
Recomendação do cultivo de pimenta-longa para produção de óleos e essências ricos em safrol	14	284.227	1,9/1
Cultivar de arroz de terras altas ‘Primavera’	64	264.275	52/1
Uva niágara rosada para regiões tropicais	109	24.044	59/1
Terminação de cordeiros em confinamento	26	722.817	3/1
Galinha colonial poedeira Embrapa 051	34	4.385	7,9/1
Cultivar de pêssego Maciel – duplo propósito	44	2.182	166/1
Manejo integrado de mosca-das-frutas: monitoramento populacional e tratamento hidrotérmico	51	3.460	4/1
Cenoura ‘Brasília’	60	54.668	94/1
Técnicas de produção intensiva aplicada às propriedades familiares produtoras de leite.	77	486.783	156/1
Produção integrada de manga	65	3.808	5,29/1
Módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju	76	17.767	11/1

Fonte: Magalhães et al. (2005).

como demonstraram que a pesquisa agropecuária tem se constituído na mais importante fonte de crescimento de tal produtividade na América Latina.

Nessa mesma linha, Avila e Evenson (2005), usando somente dados estatísticos da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e estimando as taxas de crescimento da produtividade da agricultura para 78 países em desenvolvimento, obtiveram uma taxa para o Brasil de 3,3% para o período 1981-2001. Tais autores também constaram que a pesquisa agropecuária foi a responsável por mais de 50% do crescimento da produtividade agrícola verificado no período nos países em desenvolvimento analisados.

Enfim, são muitas as evidências de que a pesquisa agropecuária, e em particular a Embrapa, tem gerado tecnologias que compensam, com folga, os investimentos nela realizados, comparativamente aos retornos dos investimentos em outros setores da economia, seja no Brasil, seja em outras partes do mundo desenvolvido ou em desenvolvimento.

As organizações públicas de pesquisa têm passado por importantes mudanças nos últimos 10-15 anos e outras dimensões de impacto, além da econômica, passaram a ter um papel relevante nos estudos de impacto. Neste sentido, destaca-se a importância dos impactos ambientais e sociais dos seus produtos. A abordagem metodológica hoje utilizada na Embrapa é uma combinação de estudos de caso, entrevistas e análises ocupacionais.

No tocante aos impactos ambientais, a experiência que vem sendo desenvolvida na Embrapa tem contribuído decisivamente para melhorar a compreensão de pesquisadores, técnicos, tomadores de decisão e produtores rurais sobre as implicações ambientais do desenvolvimento e adoção de inovações tecnológicas agropecuárias. Ademais, a aplicação de sistemas integrados de avaliação de impactos ambientais tem permitido introduzir esses processos de avaliação em nível operacional no agronegócio nacional, facilitando o entendimento das interações, positivas e negativas, entre tecnologias agropecuárias e o meio ambiente. Com esses avanços, encontra-se encaminhada a aceitação

das avaliações de impacto ambiental enquanto instrumentos de gestão das atividades rurais, de forma que sistemas cada vez mais consistentes em termos teóricos e metodológicos possam ser propostos e introduzidos.

O desenvolvimento das atividades produtivas rurais em uma situação sustentável e com um ambiente de qualidade somente se dará mediante planejamento das intervenções sobre a natureza, segundo as capacidades e limitações das comunidades e dos ecossistemas. No presente momento, no qual ocorrem profundas modificações no panorama dos mercados, com a formação de nichos especiais que premiam a inserção diferenciada de produtores que estejam atentos a modelos alternativos, social e ambientalmente responsáveis, procedimentos que permitam avaliar, documentar e gerir adequadamente estes modelos de produção são ferramentas importantes para a certificação ambiental das atividades produtivas rurais. A iniciativa da Embrapa, de proceder à avaliação de impactos ambientais das suas inovações tecnológicas agropecuárias, na busca de adequá-las a este novo cenário de desenvolvimento da agricultura, vem contribuindo para consolidar este movimento. Os aspectos ambientais, assim, passam a constituir fatores de competitividade e de qualidade para o desenvolvimento da agricultura nacional.

A abordagem metodológica utilizada para a avaliação desses impactos sociais é uma combinação de estudos de caso, entrevistas e análises ocupacionais. Aspectos significativos relacionados, por exemplo, à saúde, nutrição e segurança no trabalho são observados. No entanto, destaca-se enquanto impacto social mais evidente a geração de novos empregos identificados não só em nível da propriedade rural, mas principalmente ao longo da cadeia produtiva.

No caso específico dos impactos sociais, cabe ressaltar que aspectos significativos relacionados, por exemplo, à saúde, nutrição e segurança no trabalho estão sendo observados. No entanto, destaca-se enquanto impacto social mais evidente a geração de novos empregos, identificados não só em nível de propriedade rural, mas principalmente ao longo da cadeia produtiva.

Do ponto de vista do emprego, por exemplo, o Balanço Social de 2004 mostrou, mais uma vez,

a inquestionável importância da Embrapa na geração de empregos. Porém, com o uso da metodologia Ambitec-Social, as futuras avaliações sociais buscarão ampliar essa avaliação social e captar aspectos relacionados ao bem-estar dos trabalhadores no quesito emprego. Pretende-se avaliar, dentre outros aspectos, a qualidade do trabalho gerado, se a tecnologia oferece ao trabalhador a oportunidade de se capacitar e as condições de vida do trabalhador que adota as tecnologias da Embrapa. Planeja-se também avaliar os desdobramentos de aspectos relacionados à renda, à saúde e à gestão e administração.

Entretanto, cabe destacar que, apesar das evidências de impactos positivos e dos altos retornos dos recursos nela investidos, nos últimos dez anos, observa-se um decréscimo no montante de recursos alocados na Empresa. Portanto, é necessário recolocar o volume de investimentos na Embrapa, em níveis mais compatíveis com as suas reais e crescentes necessidades, para que ela possa, no futuro, manter ou até mesmo ampliar o seu papel no desenvolvimento brasileiro.

## Referências

- ALSTON, J. M.; NORTON, G. W.; PARDEY, P.G. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca: Cornell University Press, 1995. 585 p.
- ALSTON, J. M.; CHAN-KANG, C.; MARRA, M. C.; PARDEY, P. G.; WYATT, T. J. A meta-analysis of rates of return to agricultural R&D: ex pede. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, c2001. 148 p. (Research report, 113).
- AVILA, A. F. D. Prestação de contas: estudo avalia custo-benefício da Embrapa para o agronegócio. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 6, p. 48, jun. 2004.
- AVILA, A. F. D.; EVENSON, R. E. Total factor productivity and technological capital. In: EVENSON, R. E.; PRABHU, P. (Ed.). *Handbook of agricultural economics: agricultural development: farmers, farm production and farm markets*. North Holland: Elsevier, 2005. No prelo.
- AVILA, A. F. D.; SOUZA, G. S. The importance of impact assessment studies for the Brazilian agricultural research system In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMPACTS DE AGRICULTURAL RESEARCH AND DEVELOPMENT, 2002, San José. Why has impact assessment research not made more a difference? *Proceedings*. San José, Costa Rica: [s. n.], 2002. p. 75-76.
- AVILA, A. F. D.; ROMANO, L.; GARAGORRY, F. L. Agricultural and livestock productivity in Latin America and Caribbean and sources of growth. In: EVENSON, R.E.; PRABHU, P. (Ed.). *Handbook of agricultural economics: agricultural development: farmers, farm production and farm markets*. North Holland: Elsevier, 2005. No prelo.
- 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).
- CRUZ, E. R. da; PALMA, V.; AVILA, A.F.D. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico. Brasília: Embrapa-DDM, 1982. 48 p. (Embrapa-DDM. Documentos,19).
- EMBRAPA. Balanço social 2004. Brasília, DF, 2005. 28 p.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira. *Revista de Política Agrícola*, v. 13, n. 3, p. 73-90, jul./ago. 2004.
- 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, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2004a. 8 p. (Embrapa Meio Ambiente. 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.
- 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, 2006 (Documentos, 13). (no prelo).
- 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).
- PAYRAUDEAU, S.; HAYO, M. G.; WERF, V. D. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 107, p. 1-19, 2004.
- QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I.; CORRALES, F. M.; DIAS, E. C.; LUIZ, A. J. B.; CAVALCANTI, I. P. Impacto agroambiental. São Paulo: E. Blücher, 1999. 184 p.
- RAITZER, D. A. Benefit-cost-analysis of investment in the International Agricultural Research Centers of the CGIAR. Rome: CGIAR Science Council Secretariat: FAO, 2003. 45 p.
- 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, SP: 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, SP: 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*, v. 23, p. 219-244, 2003b.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, I. A. Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (ambitec-social). Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 30 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento). No prelo.
- THE WORLD BANK. World development report for 2002: building institutions for markets. Washington, 2001. 268 p.