

# **Avaliação Multidimensional dos Impactos de Inovações Tecnológicas: o Caso da Embrapa**

Vedovoto, Graciela Luzia; Analista A; Embrapa  
Marques, Daniela Vieira; Analista A; Embrapa  
Souza, Mirian Oliveira de; Pesquisadora B, Embrapa  
Avila, Antonio Flavio Dias; Pesquisador A, Embrapa  
Ribeiro, Luis Fernando Martins; Professor; Universidade de Brasília

Para instituições públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa estimar ganhos e resultados é importante dado o investimento realizado pela empresa em P&D. A avaliação de impactos busca também atender a uma demanda crescente de uma parcela da sociedade que se interessa em conhecer os rumos a serem tomados e o retorno dos investimentos realizados em instituições públicas de pesquisa. Este artigo tem como objetivo demonstrar como é realizado o processo de avaliação de impactos econômicos, sociais, ambientais e sobre o conhecimento de inovações tecnológicas da Embrapa.

A avaliação de impactos na Embrapa, a partir de 2001, destaca-se por dois pontos. O exercício de avaliar os impactos foi institucionalizado em todas as Unidades da Empresa, tornando-se um processo permanente (cada unidade avalia uma amostra de, no mínimo, três tecnologias). O segundo ponto se refere à mudança de foco das avaliações de impactos realizadas na Embrapa: de unidimensional para multidimensional. Além da dimensão econômica foram incorporadas outras dimensões: social, ambiental e sobre o conhecimento.

Para avaliar os impactos econômicos utiliza-se o método do excedente econômico. Tal método se demonstrou o mais adequado depois de diversos estudos realizados pela empresa nas últimas décadas. Para as dimensões social e ambiental a Embrapa Meio Ambiente desenvolveu metodologias específicas, o Ambitec-Social e Ambitec-Agro, respectivamente. A avaliação dos impactos sociais da pesquisa utiliza ainda uma metodologia para mensurar o número de empregos gerados pela tecnologia ao longo da cadeia produtiva. A metodologia de avaliação de impactos sobre o conhecimento é uma adequação do método ESAC, desenvolvido pelo GEOPI/Unicamp.

A metodologia utilizada na elaboração do artigo consiste na revisão da literatura acerca do tema, na análise do processo e de documentos gerados na avaliação de impactos de uma amostra de inovações tecnológicas geradas pela Embrapa.

Os resultados apontaram, do ponto de vista econômico, a alta rentabilidade dos investimentos realizados na Embrapa. Em relação à avaliação de impactos sociais verificou-se a criação de novos empregos e melhorias em outros aspectos sociais relacionados a saúde, nutrição, renda e qualidade dos empregos. A avaliação de impactos ambientais demonstrou resultados positivos na amostra de tecnologias analisadas. Parte dos principais

resultados da avaliação de impactos da pesquisa da Embrapa é publicada, anualmente, no Balanço Social da empresa.

### Avaliação dos impactos econômicos

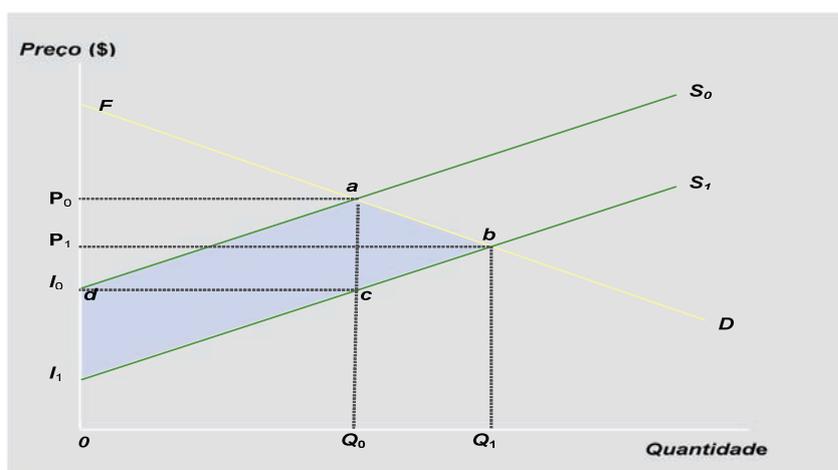
As avaliações econômicas relativas ao retorno dos investimentos direcionados à pesquisa tiveram início ainda na década de 1970. Foram desenvolvidos estudos agregados com o objetivo de avaliar o retorno dos investimentos realizados na Empresa, bem como estudos sobre o retorno de projetos internacionais financiados pelo BID e Banco Mundial. Avaliou-se também os resultados de programas de treinamento de funcionários em cursos de pós graduação.

Foram ainda realizados estudos específicos por iniciativas de economistas dentro dos centros de pesquisas da Embrapa (AVILA, et. al. 2008). Destacam-se as avaliações de impactos econômicos em nível de produtos, como por exemplo, algodão, cacau, café, citros, arroz irrigado, arroz de sequeiro, soja, trigo, mandioca, feijão, milho e cenoura. Em relação a abrangência, há trabalhos realizados em nível nacional, por região, por centro de pesquisa e ainda alguns por programas ou tecnologias (VEDOVOTO, et al, 2006).

A partir da experiência de mais de 35 estudos observou-se que o método do excedente econômico é adequado para avaliar as tecnologias da Embrapa por permitir uma mensuração mais clara do excedente econômico e não exigir longas séries anuais de dados, sem prejuízo para os resultados (MAGALHÃES, et al. 2004). Além disto, é amplamente aceito e recomendado pela literatura especializada.

A metodologia do excedente econômico<sup>1</sup> 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 Figura 1, representado pela área em azul.

Figura 1 - Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.



Fonte: AVILA (2001, op.cit)

<sup>1</sup>Para maiores informações acerca da metodologia do excedente econômico sugere-se a consulta de AVILA (2006a op.cit).

A estimativa utiliza os coeficientes de elasticidade preço da oferta e 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 (AVILA, 2001).

Há diferentes tipos de impactos econômicos que podem ser gerados pela adoção de tecnologias, quais sejam: a) incrementos de produtividade, gerados pela adoção de novas cultivares, por exemplo; b) redução de custos de produção obtidos por tecnologias relacionadas, por exemplo, ao controle biológico de pragas, onde se poupa insumos químicos, ou a técnicas de colheita e armazenamento de produtos; c) expansão da produção em novas áreas, promovida pelo uso de tecnologias que possibilitam a produção em áreas consideradas impróprias ao cultivo por deficiências das tecnologias em uso; d) e agregação de valor, proporcionada pela adoção de tecnologias de processamento.

No caso de tecnologias que geram incrementos de produtividade, compara-se o rendimento da tecnologia em avaliação com o rendimento de outras tecnologias alternativas. Na redução de custo de produção, são comparados os custos de produção para produzir com o uso da tecnologia em avaliação e usando outra alternativa tecnológica. No caso de agregação de valor e de expansão da produção em novas áreas, comparam-se as diferenças de renda do produtor. De posse dos ganhos por hectare devido à adoção da tecnologia 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 ou sendo substituída por outras (AVILA, et al,2006).

As avaliações de impactos econômicos realizadas na Embrapa são do tipo *ex post*<sup>2</sup>. Este tipo de análise permite observar que os benefícios passados podem ser úteis na demonstração da eficiência de tecnologias e na comparação entre diferentes tecnologias dentro de um mesmo centro de pesquisa e entre centros diversos (PARDEY, 2004.)

Esta institucionalização do processo de avaliação dos impactos econômicos faz com os pesquisadores tenham condições de acompanhar mais efetivamente a trajetória de adoção das tecnologias desenvolvidas por suas equipes de trabalho nas Unidades. A partir desse acompanhamento é possível perceber, com mais certeza, os locais onde as tecnologias são adotadas, se adoção vem aumentando ou até mesmo se a tecnologia em questão esta sendo substituída por outra alternativa tecnológica. Por outro lado, como as análises são realizadas anualmente, fatores como preço, rendimento, e custo são

---

<sup>2</sup> Avaliações de programas de pesquisas podem ser do tipo *ex ante* ou *ex post*. Ambos os tipos usam a mesma fundamentação teórica embora utilizem diferentes tipos de informação, sendo utilizados em situações diferentes. Análises *ex antes* são realizadas antes de a pesquisa ser empreendida, é hipotética e aplicável como fonte de informação acerca das consequências esperadas das alocações alternativas de recursos de pesquisa. Avaliações *ex post* são conduzidas após a conclusão da pesquisa. Fornece uma medida das conquistas passadas que pode ser utilizada para apoiar políticas ou para gratificar indivíduos ou grupos de pesquisa por seus resultados. No entanto, no que se refere a decisões sobre alocações futuras, os resultados das análises *ex post* serão relevantes apenas quando se espera que a produtividade da pesquisa no futuro seja semelhante à que foi no passado (PARDEY, 2004, op cit).

anualmente atualizados para que as estimativas de impacto econômico sejam as mais realistas possível (VEDOVOTO, et al, 2006).

Neste sentido, é importante fazer uma ressalva no caso da Embrapa. A metodologia do excedente econômico é mais apropriada para estimar os benefícios econômicos de 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, insumos, etc são mais fáceis de serem avaliados usando-se tal metodologia.

Na avaliação de impactos econômicos uma questão importante, e sempre considerada nas avaliações de impactos das tecnologias da Embrapa é a estimativa da participação da empresa no cálculo dos benefícios. PARDEY (2004 op.cit.) aponta que é preciso considerar, entre outros fatores, que as linhas de pesquisa de uma instituição beneficiam-se de conhecimentos e tecnologias desenvolvidas por linhas de pesquisa de outras instituições.

Considera-se, dentre outras informações, o pedigree das tecnologias. Este fator é importante porque, em muitos casos, como nos programas de melhoramento genético, por exemplo, há trabalhos prévios de outras instituições que são utilizados para desenvolver as tecnologias.

Informações sobre o pedigree fornecem um meio de mensuração e controle para a contribuição de instituições de pesquisa não ligadas à Embrapa aos lançamentos de variedades por esta última.

Há também tecnologias desenvolvidas em parceria com universidades e outras instituições pesquisa. A extensão rural é outro fator importante considerado nas avaliações. O trabalho dos extensionistas pode agilizar o processo de adoção e, na medida em que provoca esse efeito, pode aumentar os benefícios do melhoramento de variedades. Os investimentos em extensão podem também ter transformado os padrões de adoção espacial e ter levantado as taxas-limite de adoção para algumas variedades, somando-se aos benefícios associados a variedades em particular.

Enfim, na atribuição dos benefícios, os pesquisadores da Embrapa utilizam informações sobre os pedigrees das variedades lançadas pela Empresa, mas complementadas por dados sobre a relevância da participação dos extensionistas e demais dos parceiros de pesquisa. Todos estes fatores são levados em consideração ao se calcular os benefícios econômicos de cada uma das tecnologias da Embrapa.

## **Avaliação de impacto social**

Para avaliar os impactos sociais gerados por suas tecnologias a Embrapa utiliza dois métodos. O primeiro apresenta uma abordagem quantitativa na medida em que busca determinar o número de empregos gerados, pela tecnologia em avaliação, ao longo da cadeia produtiva. A segunda metodologia, o Ambitec-Social, foi desenvolvida por pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente e considera a alteração que a tecnologia provoca em uma série de indicadores: emprego, renda, saúde e gestão e administração.

## **Geração de empregos ao longo da cadeia produtiva**

A metodologia utilizada busca identificar os impactos sociais nos vários elos da cadeia produtiva (produção, distribuição e consumo) de produtos agropecuários, originados da adoção das tecnologias em avaliação. Nesta fase, a análise e o mapeamento dos produtos da pesquisa permitem identificar os impactos e como eles ocorrem na sociedade. Ou seja, na avaliação de impactos sociais da Embrapa considera-se os impactos ao longo da cadeia produtiva e não somente no nível do produtor.

O conceito de cadeia produtiva foi desenvolvido como instrumento de visão sistêmica que passou a ser utilizada no processo de planejamento estratégico da Embrapa a partir da década de 90. Parte da proposição de que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os diversos atores estão interconectados por fluxos de materiais, de capital e de informação, objetivando suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema (CASTRO, 2006).

De acordo com CASTRO (2006, op cit), a idéia é que a visão de cliente da Empresa deveria ser reavaliada, para incluir novos e importantes atores que participavam do desenvolvimento da agricultura e tinham relevância para a instituição. Num primeiro momento, estes 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.

Os principais elos da cadeia produtiva são considerados para efeito da análise dos impactos sociais, tanto a jusante, quanto a montante. Mais especificamente: 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 (PIMENTEL, 2008).

Em nível de produtor considera-se a situação anterior e posterior da tecnologia. Para fins de comparação, realiza-se levantamento de campo junto aos produtores que não adotaram a tecnologia e 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. No caso do consumo, dependendo da tecnologia em estudo, avalia-se os impactos sobre a qualidade do produto e saúde do consumidor, após a adoção tecnológica, comparativamente a situação anterior.

A partir de 2001, os esforços na Embrapa, se concentraram em estimar os impactos gerados no mercado de trabalho, ou seja, em termos do aumento ou eliminação do número de empregos devido à adoção de tecnologias. Ressalta-se que são considerados apenas os empregos adicionais, ou seja, empregos que não teriam sido criados caso os produtores estivessem adotando outras alternativas tecnológicas (ou testemunhas) que não aquelas propostas pelos centros de pesquisa da Embrapa. Por outro lado, tais empregos não teriam sido criados caso estas tecnologias não possuíssem aspectos potencializadores de criação de novos empregos. Por exemplo, para uma tecnologia qualquer gerar empregos é preciso que seja mais produtiva do que as suas similares disponível no mercado. Este aumento proporcionado pela produtividade pode representar o emprego adicional gerado.

### **O Ambitec-Social**

Ainda em relação a avaliação de impactos sociais, a partir de 2004, com o objetivo de aprimorar a avaliação de impactos sociais da pesquisa, a Embrapa passou a utilizar a metodologia Ambitec-Social<sup>3</sup>, desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente.

O Ambitec-Social consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas que integram quatorze indicadores da contribuição de uma dada inovação tecnológica agropecuária para o bem estar social, no âmbito de um estabelecimento rural. Quatro aspectos essenciais de avaliação são considerados: a) emprego, b) renda, c) saúde, e d) gestão e administração.

O aspecto emprego considera os seguintes indicadores: capacitação; oportunidade de emprego local qualificado; oferta de emprego e condição do trabalhador; e qualidade do emprego.

O aspecto renda engloba os indicadores: geração de renda do estabelecimento; diversidade de fontes de renda; e valor da propriedade. O aspecto saúde avalia os indicadores: saúde ambiental e pessoal; segurança e saúde ocupacional; e segurança alimentar. Finalmente, o aspecto gestão e administração considera os indicadores: dedicação e perfil do responsável; condição de comercialização; reciclagem de resíduos; e relacionamento institucional.

As avaliações de impactos sociais com o uso da metodologia Ambitec-Social são realizadas em três fases: primeiramente, são colhidas informações sobre a área geográfica onde a tecnologia é adotada e sobre os usuários. Em seguida, aplicam-se os questionários em entrevistas individuais com os adotantes previamente selecionados. A terceira fase

consiste na análise e interpretação do índice de impacto social. Na última fase também são indicadas alternativas que permitam minimizar impactos negativos e potencializar impactos positivos. No caso dos estudos realizados na Embrapa cada tecnologia é avaliada por, no mínimo, três adotantes ou pessoas externas ao centro de pesquisa, conhecedores dos resultados das tecnologias (extensionistas rurais, por exemplo).

A aplicação do Ambitec-Social envolve uma entrevista/vistoria conduzida pelo usuário do sistema e aplicada ao adotante/responsável pela atividade do agronegócio. O objetivo é a obtenção do coeficiente de alteração do componente para cada um dos indicadores de impacto. Os coeficientes podem ser observados na Tabela 1. A inserção dos coeficiente na planilha resulta no coeficiente de impacto ambiental da tecnologia relativizada por fatores de ponderação devido a escala de ocorrência da alteração e ao peso do componente na composição dos indicadores (Tabela 2). Então os indicadores são considerados em seu conjunto para a composição do índice de impacto ambiental, que pode variar de -15 a +15. Assume-se que qualquer valor acima de zero reflita impactos positivos.

Tabela 1 – Coeficientes de alteração

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

Fonte: Rodrigues et. al. (2005a)

Tabela 2 - Escala Espacial

<b>Escala da ocorrência</b>	<b>Fator de ponderação</b>
Local	1
Pontual	2
Entorno	5

Fonte: : Rodrigues et. al. (2005a)

### **Avaliação de Impacto Ambiental**

A Embrapa se dedica ao estudo e discussão sobre os impactos ambientais da agricultura brasileira e este esforço vem resultando no direcionamento da pesquisa agrícola oficial para a busca de alternativas para o desenvolvimento sustentável. Uma grande contribuição neste sentido foi o desenvolvimento de uma metodologia desenvolvida por pesquisadores da Embrapa Meio ambiente. Tal metodologia tem como objetivo contribuir para que o processo de inovação tecnológica da agricultura brasileira seja realizado em bases sustentáveis. E é com base nesta metodologia, denominada Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Sistema Ambitec)

---

3 Para maiores informações sobre o Ambitec Social sugere-se a leitura de RODRIGUES (et. al 2005a) e RODRIGUES (et. al 2005b).

(RODRIGUES; CAMPANHOLA; KITAMURA, 2002; 2003a; 2003b e IRIAS et al., 2003) que a Embrapa tem avaliado, nos últimos anos, os impactos ambientais de tecnologias desenvolvidas em todos os seus 37 centros de pesquisa.

O Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária<sup>4</sup> (AMBITEC-AGRO), foi desenvolvido especialmente para atender a uma demanda institucional previamente delimitada, qual seja: avaliar impactos ambientais de inovação tecnológica agropecuária, segundo objetivos de desenvolvimento sustentável, empregando uma plataforma prática de execução simples, de baixo custo, e passível de aplicação a todo universo tecnológico e ambiental de inserção institucional (RODRIGUES, et al. 2003a).

O método aborda os impactos da tecnologia segundo os seguintes aspectos ambientais, a) *alcance*; b) *eficiência*, uma medida do resultado esperado da tecnologia em relação à conservação de insumos e aos efeitos ambientais c) potencial para promover a *recuperação* da qualidade ambiental; d) *conservação*, relativa ao efeito da tecnologia sobre os compartimentos dos ecossistemas e) *qualidade do produto* ; f) *capital social* e g) *bem-estar e saúde animal*. O impacto ambiental é avaliado segundo o efeito esperado da tecnologia sobre estes aspectos e indicadores, conforme os dados técnicos do projeto de pesquisa e ponderação do avaliador em uma planilha eletrônica que expressa os resultados em forma gráfica.

O conjunto de planilhas eletrônicas permite considerar diversos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental dependendo do segmento do agronegócio em avaliação. No caso do segmento **Agricultura** (expressão de impactos tecnológicos por unidade de área), são considerados os aspectos Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental, expressos por oito indicadores e trinta e sete componentes; no segmento **Agroindústria** (expressão por estabelecimento agroindustrial), Alcance, Eficiência, Conservação, Qualidade do Produto e Capital Social, organizados em oito indicadores e trinta e seis componentes; e no segmento **Produção Animal** (expressão por unidade animal), Alcance, Eficiência, Conservação Ambiental, Recuperação Ambiental, Qualidade do Produto e Bem-estar e Saúde Animal, constituídos de quinze indicadores e cinquenta e dois componentes.

Os procedimentos relativos à aplicação da metodologia são os mesmos adotados para a avaliação dos impactos sociais a partir da metodologia Ambitec- Social. Na verdade, a equipe de pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente aproveitaram a experiência adquirida na elaboração do Sistema Ambitec, considerado comprovadamente eficiente por avaliadores que utilizaram a metodologia, para desenvolver o Ambitec-Social.

---

4 A Inovação tecnológica, no Sistema Ambitec, é entendida como um idéia, uma descoberta científica, que ao ser desenvolvida e implementada, produz resultados sustentáveis no mercado, mais particularmente, são as tecnologias em uso no agronegócio (IRIAS, 2004 op.cit)

Assim, as avaliações de impacto ambiental envolvem também três etapas: a primeira, refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e sobre o segmento do agronegócio à qual ela se aplica, desde a obtenção de dados sobre o alcance da tecnologia (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e do universo de adotantes da tecnologia, até a definição da amostra. Na segunda etapa são aplicados questionários em entrevistas individuais com os adotantes selecionados e inserção dos dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas obtendo-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregado de impacto ambiental da tecnologia selecionada. E a terceira e última 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.

A amostra de adotantes é selecionada aleatoriamente desde que seja considerado um mínimo de 10 unidades, podendo esse número ser ampliado em função da disponibilidade de recursos e da abrangência que se quer dar à avaliação. Os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica do segmento respectivo.

### **Impactos sobre o conhecimento capacitação e Político-Institucional**

Em relação aos impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucional 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 sócio-produtivas.

O esforço no sentido de buscar uma metodologia para avaliar impactos desta natureza se justifica uma vez que a Embrapa possui também Unidades de pesquisa de temas básicos que se caracterizam por gerar tecnologias mais específicas, como, por exemplo, 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 pesquisas de temas básicos são mais difíceis de serem estimados pela dificuldade em encontrar uma metodologia que permita, de uma forma realista, avaliar estes resultados do ponto de vista econômico, por exemplo.

A metodologia de avaliação adotada na Embrapa para avaliação dos impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucional tomou por base o método da ESAC<sup>5</sup>,

---

<sup>5</sup> Para maiores informações sugere-se a leitura do Cap.3 do Documento: Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos de Pesquisa, Relatório Final de Atividades Programa de Políticas Públicas – Fapesp. Coordenador: André Tosi Furtado. Campinas – 30 de maio 2003

desenvolvido pelo GEOPI/Unicamp. Essa dimensão reúne ao todo 21 indicadores que ajudam identificar os impactos gerados pelas tecnologias que geram um produto específico e de difícil mensuração.

As tabelas 3, 4 e 5 apresentam os indicadores utilizados na Embrapa para avaliar os impactos no conhecimento, capacitação e político institucional. O perfil de pessoas consultadas para avaliação se restringe a pesquisadores, professores ou analistas que estejam diretamente relacionadas ao desenvolvimento da tecnologia ou que conheçam seus efeitos no que refere aos impactos da natureza em estudo. A tecnologia é avaliada por, no mínimo, três pessoas.

**Tabela 3** – Impacto no conhecimento

Indicadores	Não se aplica	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Média
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 4** – Impacto na Capacitação

Indicadores	Não se aplica	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					

Fonte: Avila et al, (2008)

**Tabela 5** – Impacto Político-institucional

Indicadores	Não se aplica	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)

## Resultados

Desde 2001 que, em conjunto, as Unidades Descentralizadas de pesquisa (UD's) da Embrapa avaliam, anualmente, uma amostra contendo mais de uma centena de tecnologias. Parte destes resultados são publicados, todos os anos no Balanço Social da Empresa.

A tabela 6 indica o número de tecnologias avaliadas anualmente, por tipo de UD, durante o período 2001/2007. Vale ressaltar que o aumento do número de avaliações a partir de 2002 reflete uma melhor familiaridade dos pesquisadores com a metodologias, considerando as três dimensões, levando as Unidades a avaliarem um número maior de tecnologias.

Tabela 6 – Número de tecnologias avaliadas no período 2001/2007

Unidades	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Centros de Produto	55	55	50	60	54	58	47
Centros ecorregionais	49	44	53	46	40	42	35
Centros temáticos	24	24	34	40	27	26	21
Total	128	123	137	146	121	126	103

A amostra dos benefícios econômicos gerados por tecnologias referente ao período 2001/2007, pode ser observada na Tabela 7. A divulgação de tais resultados é importante no sentido de ilustrar os benefícios transferidos para a sociedade. No entanto, Comparações entre os anos devem ser realizadas com cautela uma vez que não necessariamente são apresentadas as mesmas tecnologias na série de anos.

Tabela 7- Resultados da amostra de tecnologias apresentada no Balanço Social

Ano	Impactos econômicos
2001	5.095.352.401,00
2002	4.247.412.526,00
2003	5.942.150.222,00
2004	5.963.757.336,00
2005	7.740.638.614,00
2006	8.975.476.151,00
2007	10.076.001.980,01

Fonte: Balanço Social 2001 a 2007.

Do ponto de vista da geração de empregos pela adoção das tecnologias da Embrapa os impactos são expressivos. Segundo dados do Balanço Social em 2006, em uma amostra de 30 tecnologias verificou-se a geração de 112.504 novos empregos enquanto que em 2007 em uma amostra de 47 tecnologias observou-se a criação de 114965 novos postos de trabalho. Ressalta-se ainda que estes números refletem os empregos adicionais gerados ao longo de toda a cadeia produtiva de cada uma das tecnologias consideradas na amostra.

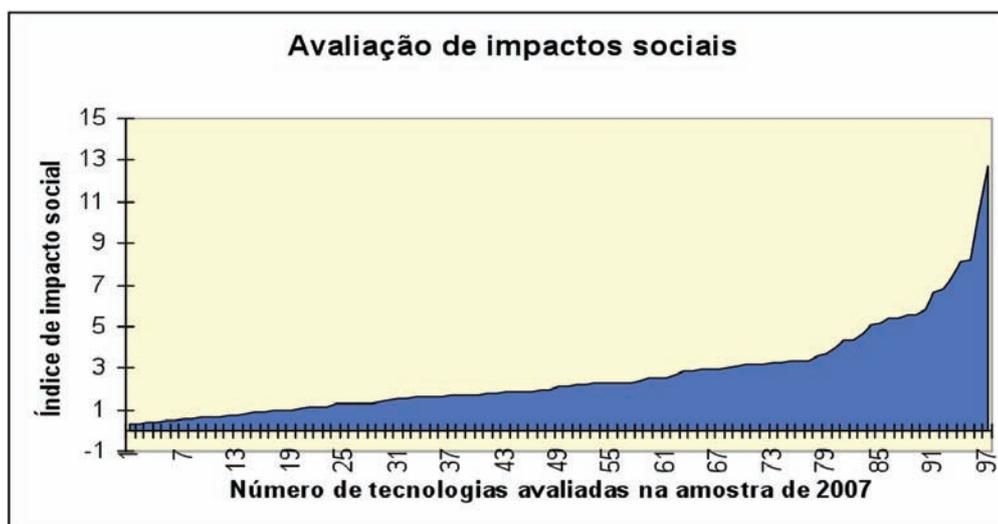
As análises realizadas a partir da metodologia Ambitec Social, baseadas em indicadores, registram ainda efeitos positivos sob o ponto de vista da saúde, nutrição, educação e geração de renda. Há relatos em avaliações de impactos sociais de tecnologias da Embrapa sobre como a adoção de determinadas tecnologias permitiu aos produtores a

permanência no campo. Este tipo de constatação é importante porque evidencia que produtores ligados à agricultura familiar se beneficiam dos resultados da pesquisa agropecuária, apesar de este ser 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. É o caso, por exemplo, de tecnologias de controle biológico de pragas. Tais impactos podem ser verificados tanto do ponto de vista do produtor, pelo não uso de produtos químicos que poderiam por em risco a sua saúde, quanto do ponto de vista do consumidor, que tem acesso a alimentos mais saudáveis.

A título de exemplo, foi apresentado no Balanço Social de 2007 os resultados da avaliação de impactos sociais a partir do uso da metodologia Ambitec-Social de uma amostra de 97 tecnologias. O gráfico 1 demonstra os resultados com os índices de impactos das tecnologias consideradas pela amostra.

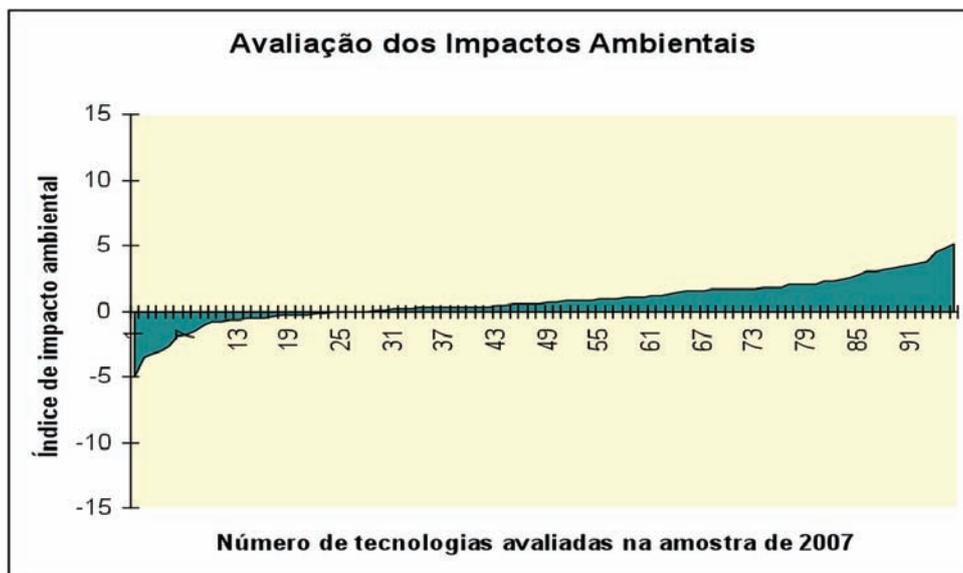
Gráfico 1- Avaliação dos impactos sociais.



A avaliação de impactos ambientais também merece destaque. De uma forma geral, um dos aspectos mais importantes da avaliação de impacto ambiental talvez seja a internalização da necessidade de se avaliar os impactos das tecnologias geradas pela Embrapa.

O gráfico 2 apresenta os índices de impacto ambiental da amostra de tecnologias avaliadas em 2007.

Gráfico 2 – Avaliação dos impactos ambientais



Assim como na avaliação de impactos econômicos é preciso fazer uma ressalva em relação aos centros temáticos. A metodologia Ambitec, apesar de amplamente aceita e comprovadamente eficiente, não capta os impactos ambientais de parte das tecnologias desenvolvidas pelos centros temáticos. É o caso por exemplo, de tecnologias que resultam em softwares.

Por outro lado, verificou-se que desde quando passou a ser adotada formalmente pela Embrapa, a avaliação de impactos ambientais relevou impactos positivos, de uma forma geral.

A internalização do método contribuiu para o entendimento na instituição de que as avaliações de impactos ambientais devem ser realizadas em todos os estágios do processo de avaliação, desde o planejamento e seleção do projeto de pesquisa até o lançamento da tecnologia no mercado.

## Conclusão

A longa experiência acumulada nos diversos estudos de avaliação de impactos realizadas 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. Ressalta-se ainda a evolução observada na qualidade dos relatórios e informações disponibilizadas.

Durante os últimos 7 anos, por meio de uma amostra de tecnologias avaliadas sob o ponto de vista econômico, social e ambiental, pode-se observar a magnitude dos resultados da pesquisa da Embrapa. 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 a saúde, nutrição, renda e qualidade de empregos, além de impactos em várias áreas do conhecimento. O processo de avaliação de impactos evidenciou também impactos sociais muito positivos para grupos e comunidades específicos.

A avaliação de impactos ambientais, por sua vez, além de internalizar a necessidade de avaliar os impactos ambientais das tecnologias, promoveu a avaliação de impactos desta natureza de mais de uma centena de tecnologias. O resultado destas avaliações, traduzidos no índice de impacto ambiental, possibilitou aos pesquisadores e tomadores de decisões da Embrapa minimizar eventuais impactos negativos e potencializar impactos positivos.

### **Referencias Bibliográficas**

AVILA, A. F.D., RODRIGUES, G. R., VEDOVOTO, G. L., Avaliação dos Impactos de tecnologias da Embrapa: Metodologia de Referência. Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, 2008. (no prelo).

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. N°4 Out./Nov./Dez.2005.

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

BALANÇO SOCIAL: pesquisa agropecuária brasileira...- 1998 m-. Brasília, DF: Embrapa, 1998. (versões impressas de 2001a 2008).

CASTRO A. 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 30/01/2006

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. GEOPI/UNICAMP. Campinas, 2003.

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. v. 51, n. 1, p. 23-40, 2004.

IRIAS, L.J.M., RODRIGUES, G. S. CAMPANHOLA, C., KITAMURA, P. C Metodologia de avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias: dimensão ecológica (Sistema Ambitec) in MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. C. M. T.; AVILA, A. F. D. (Editores técnicos). Avaliação de Impactos da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. – (Documentos/ Secretaria de Gestão e Estratégia) 243p.

MAGALHÃES, M.C. ; IRIAS, L.J.M. ; RODIGHERI, H.R. ; VEDOVOTO, G.L. ; WANDER, A.E. . Sistema de avaliação dos impactos econômicos e ambientais da Embrapa - Estudos de caso. In: XLII Congresso da SOBER: Dinâmicas Setoriais E Desenvolvimento Regional, 2004, Cuiabá. Anais do XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural - Artigos Completos (CD-ROM). Cuiabá : SOBER, 2004.

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. C. M. T.; AVILA, A. F. D. (Editores técnicos). Avaliação de Impactos da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. – (Documentos/ Secretaria de Gestão e Estratégia) 243p..

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 International Food Policy Research Institute. Washington 2004. 90p. (Research Report 136).

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

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, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. AMBITEC – AGRO. Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente.2003a, 93p. (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: Embrapa Meio Ambiente. 2005a, 30 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento) no prelo.

RODRIGUES, G. S. ; RODRIGUES, Izilda Aparecida ; IRIAS, Luiz José Maria ; CAMPANHOLA, Clayton . Ambitec-Social, um método para avaliação de impacto social de inovações tecnológicas agropecuárias. In: XI Seminario de Gestión Tecnológica Altec, 2005, Salvador. Salvador, 2005b. p. 1-12.

RODRIGUES, G. S. ; CAMPANHOLA, Clayton ; KITAMURA, Paulo Choji ; IRIAS, Luiz José Maria ; RODRIGUES, Izilda Aparecida . Sistema de Avaliação de Impacto Social de Inovações Tecnológicas Agropecuárias - Ambitec-Social. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005 (publicação seriada - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).