

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS: A EXPERIÊNCIA DA EMBRAPA NO PERÍODO 2001/2008

Daniela Vieira Marques

Embrapa

Parque Estação Biológica – W3 Norte Final - CEP: 70770-901 – Brasília – DF
daniela.marques@embrapa.br

Graciela Luzia Vedovoto

Embrapa

Parque Estação Biológica – W3 Norte Final - CEP: 70770-901 – Brasília – DF
graciela.vedovoto@embrapa.br

Antonio Flavio Dias Avila

Embrapa

Parque Estação Biológica – W3 Norte Final - CEP: 70770-901 – Brasília – DF
flavio.avila@embrapa.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a experiência da Embrapa na avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais das suas tecnologias no período de 2001 a 2008. Neste período foi avaliada, anualmente, uma amostra contendo mais de uma centena de tecnologias. No trabalho discute-se a metodologia utilizada e apresenta-se uma análise de documentos recentes e relatórios de avaliação feitos pelas Unidades Descentralizadas da Embrapa. Os resultados apontaram, do ponto de vista econômico, a alta rentabilidade dos investimentos realizados na Embrapa. Em relação a 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. Um produto importante de todo este processo foi a tomada de consciência frente a necessidade de avaliar os impactos da pesquisa da Embrapa em um enfoque multidimensional.

PALAVRAS CHAVE. Avaliação de impactos. Metodologia. Pesquisa e desenvolvimento. Área principal: AF – Aplicações a Economia e Finanças

ABSTRACT

The present work has for objective to present the experience of the Embrapa in the evaluation of economic, social and ambient impacts of its technologies in period of 2001 the 2008. In this period it was evaluated, annually, one shows contends a hundred of technologies more than. In the work it is argued used methodology and is presented one analyzes of recent documents and reports of evaluation made by the Decentralized Units of the Embrapa. The results had pointed, of the economic point of view, the high yield of the investments carried through in the Embrapa. In relation the evaluation of social impacts verified it creation of new jobs and improvements in other social aspects related the health, nutrition, income and quality of the jobs. The evaluation of ambient impacts demonstrated resulted positive in the sample of analyzed technologies. An important product of all this process was the conscience taking front the necessity to evaluate the impacts of the research of the Embrapa in a many dimension approach.

KEYWORDS. Evaluation of impacts. Methodology. Research and development. Main area: AF – Applications the Economy and Finances.

1. Introdução

Há uma demanda cada vez maior por parte do governo, investidores e da sociedade por uma avaliação de resultados nas organizações que tradicionalmente investem em pesquisa e desenvolvimento. Para centros de pesquisa, assim como para a maioria das instituições, estimar benefícios nos âmbitos econômico, social ou ambiental gerados por suas pesquisas continua sendo uma valiosa medida para justificar e legitimar o gasto público e demonstrar à sociedade a sua contribuição.

A experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa em realizar avaliações de impactos teve início ainda na década de 80 por meio de vários estudos. No entanto, desde de 2001 tem sido realizado um esforço sistematizado de sua rede de 37 centros de pesquisa, denominados Unidades Descentralizadas – UD's, sob coordenação da Secretaria de Gestão e Estratégia - SGE, para avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais das suas tecnologias, produto de suas pesquisas agropecuárias.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o processo de avaliação de impactos da pesquisa da Embrapa no período de 2001 a 2008 e seus principais resultados. Para tal, será feita uma revisão bibliográfica da metodologia utilizada e uma análise de documentos e relatórios de avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais elaborados anualmente pelas UD's.

O horizonte 2001-2008, analisado neste trabalho, destaca-se por dois pontos. Primeiramente, o exercício de avaliar os impactos foi institucionalizado em todas as Unidades da Empresa, como um dos critérios do Sistema de Avaliação das Unidades, tornando-se um processo permanente. Desde então, cada Unidade seleciona, anualmente, no mínimo três tecnologias para esta finalidade. O segundo ponto se refere a mudança de foco das avaliações de impactos realizadas na Embrapa: de unidimensional para multidimensional. Dessa forma, à dimensão econômica foram incorporadas outras duas dimensões: social, ambiental e, para cada uma delas há uma metodologia associada.

Na avaliação dos impactos econômicos utiliza-se o método do excedente econômico que se mostrou bastante adequado para este tipo de trabalho. No que se refere a avaliação de impactos sociais, pesquisadores da Embrapa desenvolveram uma metodologia tanto para estimar o número de empregos criados ou liberados pelas tecnologias, quanto avaliar uma série de indicadores como saúde, educação, renda, nutrição, entre outros. A Embrapa Meio Ambiente desenvolveu uma metodologia específica para mensurar os impactos ambientais da pesquisa, o Sistema Ambitec que considera um conjunto de aspectos e indicadores relacionados ao alcance da tecnologia, eficiência tecnológica, conservação ambiental, recuperação ambiental e qualidade do produto.

Após a apresentação de cada metodologia são apresentados os principais resultados obtidos a partir da análise de uma amostra de mais de 100 tecnologias avaliadas em 2008, que pode ser encontrado no Balanço Social da Embrapa.

2. Avaliação de impacto econômico

Os primeiros trabalhos referentes a avaliação de impactos econômicos das pesquisas efetuadas pelos setores públicos e privados foram realizados por SCHULTZ (1954), GRILICHES (1958) e MANSFIELD (1968) e desde então o refinamento de métodos de avaliação de impactos tem sido um dos objetos de estudo da economia (ALENCAR, et. al., 2004).

Dentre os diversos métodos que a Embrapa já utilizou para avaliar os impactos econômicos das suas tecnologias destacam-se os estudos realizados utilizando o método do excedente econômico, modelos econômétricos baseados na função produtividade, o modelo de decomposição, baseado no uso de Índice de Produtividade Total e em sistemas de equações.

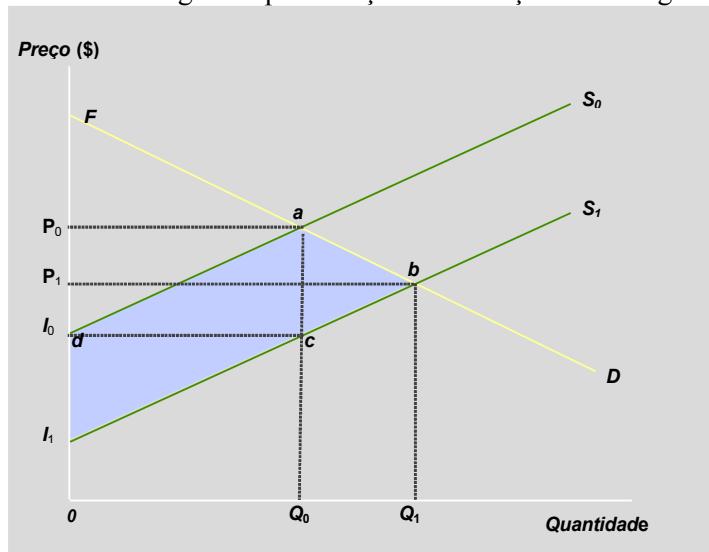
O método do excedente econômico tem se demonstrado adequado para avaliar as tecnologias da Embrapa por permitir uma mensuração mais clara do excedente econômico e não

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 “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”. (AVILA, 2008, p. 23)

Na Figura 1 o cálculo da produção excedente está ilustrado na área em azul, que utiliza na sua estimativa os seguintes critérios: “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, 2008, p. 23 e 24)

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



Fonte: AVILA (2008)

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 culturais, 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.

As 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, 2006b). As avaliações de impactos econômicos realizadas na Embrapa são do tipo *ex post*, “ou seja, de tecnologias que já estão sendo adotadas.”(MAGALHÃES, et al., 2006, p. 14). Ainda segundo PARDEY (2004), a avaliação *ex post* fornece uma medida das conquistas passadas que pode ser utilizada para apoiar políticas ou para gratificar indivíduos ou grupos de pesquisa por seus resultados.

Esta institucionalização do processo de avaliação dos impactos econômicos fez com os pesquisadores tivessem condições de acompanhar mais efetivamente a trajetória de adoção das

tecnologias desenvolvidas por suas equipes de trabalho nas Unidades. A partir desse acompanhamento foi possível perceber, com mais clareza, os locais onde as tecnologias eram adotadas, se adoção vinha aumentando ou até mesmo se a tecnologia em questão estava sendo substituída por outra alternativa tecnológica, isto porque a série de informações utilizadas nas análises não se restringiu ao período deste estudo. Por outro lado, como as análises são realizadas anualmente, fatores como preço, rendimento, e custo são anualmente atualizados para que as estimativas de impacto econômico sejam as mais realistas possível.

3. Os números da Embrapa

A Tabela 1 indica o número de tecnologias avaliadas anualmente durante o período 2001/2008. 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.

Outro fator importante se refere a qualidade do relatórios. A partir de 2002 observou-se análises mais aprofundadas em todas as dimensões. A evolução da qualidade nos relatórios de avaliação de impactos reflete também um maior engajamento por parte dos pesquisadores neste trabalho. A fase de coleta de dados, fundamental nas três dimensões, também evidenciou melhores resultados com a experiência acumulada ano a ano. Acostumados a trabalhar recursos muitas vezes escassos destinados a pesquisa, alguns centros da Embrapa criaram redes de informações para identificar onde as tecnologias em avaliação estavam sendo adotadas.

Tabela 1 – Número de tecnologias avaliadas no período 2001/2008

Unidades	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Centros de Produto	55	55	50	60	54	58	47	54
Centros ecorregionais	49	44	53	46	40	42	35	34
Centros temáticos	24	24	34	40	27	26	21	25
Total	128	123	137	146	121	126	103	113

Fonte: Balanço Social 2001-2008 (Organizado pelos autores)

Uma amostra dos benefícios econômicos gerados por tecnologias da Embrapa é publicada, anualmente, no Balanço Social da Empresa. Tais resultados referentes, ao período 2001/2008, estão na Tabela 2.

Tabela 2 - 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
2008	12.087.507.264,93

Fonte: Balanço Social 2001 a 2008.

É importante considerar que estes resultados refletem a somatória dos benefícios econômicos de uma amostra pequena de tecnologias da Embrapa. Em 2003, por exemplo, os benefícios de uma amostra de 137 tecnologias apresentada no Balanço Social geraram um impacto econômico da ordem de R\$ 5.942.150.222. Já em 2008 uma amostra de 113 tecnologias gerou mais de R\$ 12 bilhões de reais em benefícios à sociedade. (Balanço Social, 2003 - 2008)

A amostra publicada anualmente no Balanço Social da Embrapa é importante no sentido de ilustrar os benefícios transferidos para a sociedade. É importante destacar que foi observado

uma sensível melhoria na qualidade dos dados coletados, e portanto, nas estimativas apresentadas no decorrer dos anos analisados. Comparações entre os anos devem ser realizadas com cautela uma vez que não necessariamente são apresentadas as mesmas tecnologias na série de anos. E, mesmo comparações entre as mesmas tecnologias no decorrer dos anos devem também ser analisadas com cuidado uma vez que são muitas as variáveis consideradas no cálculo dos benefícios. É comum a variação de preços, rendimentos, custos e participação da Embrapa, (são descontados os benefícios atribuídos aos parceiros) no decorrer dos anos. Enfim a avaliação de impactos econômicos é um processo dinâmico, assim como os vários segmentos da agricultura e pecuária.

Na avaliação de impactos econômicos uma questão importante, e sempre considerada nas avaliações é a estimativa da participação da empresa no cálculo dos benefícios. PARDEY (2004) 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.

Neste sentido 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 parceiros de pesquisa. Todos estes fatores são levados em consideração ao se calcular os benefícios econômicos de cada uma das tecnologias da Embrapa.

AVILA & SOUZA (2002) apontam que os resultados do retorno econômico da pesquisa agropecuária do Brasil estão no mesmo patamar da América Latina e um pouco acima das taxas encontradas nos centros internacionais de pesquisa agrícola vinculados ao Consultive Group for International Research - CGIAR. A rentabilidade brasileira também seria superior as obtidas em regiões como a África, Oriente Médio e Oceania e inferior aos resultados obtidos nos Estados Unidos, Canadá e Europa.

4. Avaliação de impacto social

Os estudos em avaliação de impactos sociais tiveram início nos anos 70. Sob o aspecto das implicações sociais, a avaliação das opções ou projetos tecnológicos ganhou importância no contexto da contestação da sociedade industrial. Os efeitos da poluição industrial, os perigos da energia nuclear, por exemplo, sensibilizaram os meios acadêmicos e a opinião pública ampliando a contestação acerca do desenvolvimento e uso de determinadas tecnologias. Neste período os Estados Unidos e Europa criaram comissões de avaliação social de tecnologias para fazer o balanço de aspectos positivos e negativos de projetos. Desta forma, a avaliação de tecnologias era concebida como um instrumento a serviço dos tomadores de decisão em matéria de política tecnológica. (THIOLLENT, 1982)

Apesar do debate sobre tema e do registro na literatura de um volume significativo de estudos sobre os efeitos da tecnologia na forma e no nível de emprego, ou mesmo sobre as

conseqüências excludentes do processo de modernização em populações menos favorecidas, os estudos especificamente voltados para a análise de impactos sociais resultantes de pesquisa tecnológica não são muito frequentes. Os estudos que buscam quantificar e qualificar os impactos sociais da pesquisa ocorrem em menor número quando comparados a outras dimensões, como a econômica e a ambiental (FURTADO, 2003, p.61).

Por outro lado, é muito importante que as organizações públicas possam identificar e avaliar a existência desses impactos. Nos últimos anos, a Embrapa tem realizado um grande esforço no sentido de verificar se os produtos da sua pesquisa se traduzem em impactos e benefícios sociais. Mais particularmente, faz parte deste esforço verificar os antecedentes do processo de geração, difusão e adoção dos produtos da pesquisa da Embrapa que possam causar impactos no contexto espacial, temporal e histórico. Paralelamente, busca-se identificar como e onde os produtos da pesquisa agropecuária interferem no processo de produção da cadeia produtiva e então onde e como provocam alterações em diferentes aspectos da organização social, seus grupos e normas, seus ganhadores e perdedores (QUIRINO & MACÊDO, 2001).

A abordagem metodológica utilizada, no período 2001-2008, é uma combinação de estudo de caso, análise de redes de difusão e de papéis ocupacionais. Inicia-se por identificar os atores envolvidos no processo produtivo e o modo como a introdução da nova tecnologia altera o desempenho de seus papéis. Segue por identificar os efeitos dessas alterações sobre os grupos adjacentes, especialmente os que se beneficiam dos impactos, os que, eventualmente, são por eles prejudicados, e outros indivíduos, grupos e organizações que modificam os seus comportamentos e participação em virtude desses mesmos impactos (QUIRINO & MACÊDO, 2000).

A metodologia utilizada busca identificar os impactos sociais nos vários elos da cadeia produtiva (produção, distribuição e consumo) de produtos agropecuários, originados da adoção da 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 que “seria composta por elos que englobariam as organizações supridoras de insumos básicos para a produção agrícola ou agroindustrial, as fazendas e agroindústrias com seus processos produtivos, as unidades de comercialização atacadista e varejista e os consumidores finais” (CASTRO, 2006, p.9)

De início, mais precisamente no período 2001-2008, 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. É importante ressaltar 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.

Sob o ponto de vista da geração de empregos pela adoção das tecnologias da Embrapa os impactos são expressivos. No período de estudo deste trabalho, o Balanço Social apresentou números de geração de empregos entre 2003 a 2008, conforme pode ser visto na Tabela 3. Em 2003, em uma amostra de 23 tecnologias verificou-se a geração de 185.170 novos empregos enquanto que em 2008 em uma amostra de 53 tecnologias observou-se a criação de 83.351 novos postos de trabalho. Destaca-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.

Tabela 3 - Quantificação do número de empregos gerados pelas Unidades Descentralizadas da Embrapa no período 2003–2008.

Ano	Número de tecnologias que quantificaram a geração de empregos	Estimativa do total de empregos gerados
2003	23	185.170
2004	30	206831
2005	40	102.330
2006	38	112.504
2007	47	114.965
2008	53	86.351

Fonte: Balanço Social 2003 a 2008. Organizado pela Equipe de Avaliação de Impactos da SGE

Esta análise, mais ampla, possibilita verificar, sob o ponto de vista do número de empregos, em quais elos da cadeia produtiva estão ocorrendo impactos. Há casos em que os empregos eliminados num determinado elo são compensados com um número maior de empregos gerados em outros segmentos da cadeia. É o caso, por exemplo de uma tecnologia de extração mecanizada para conservação de água de coco. Ao analisar a tecnologia os pesquisadores verificaram que os empregos eliminados na fase de extração da água de coco foram recriados em outros segmentos da cadeia.

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 uma metodologia com abordagem qualitativa, o Ambitec-Social, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente.

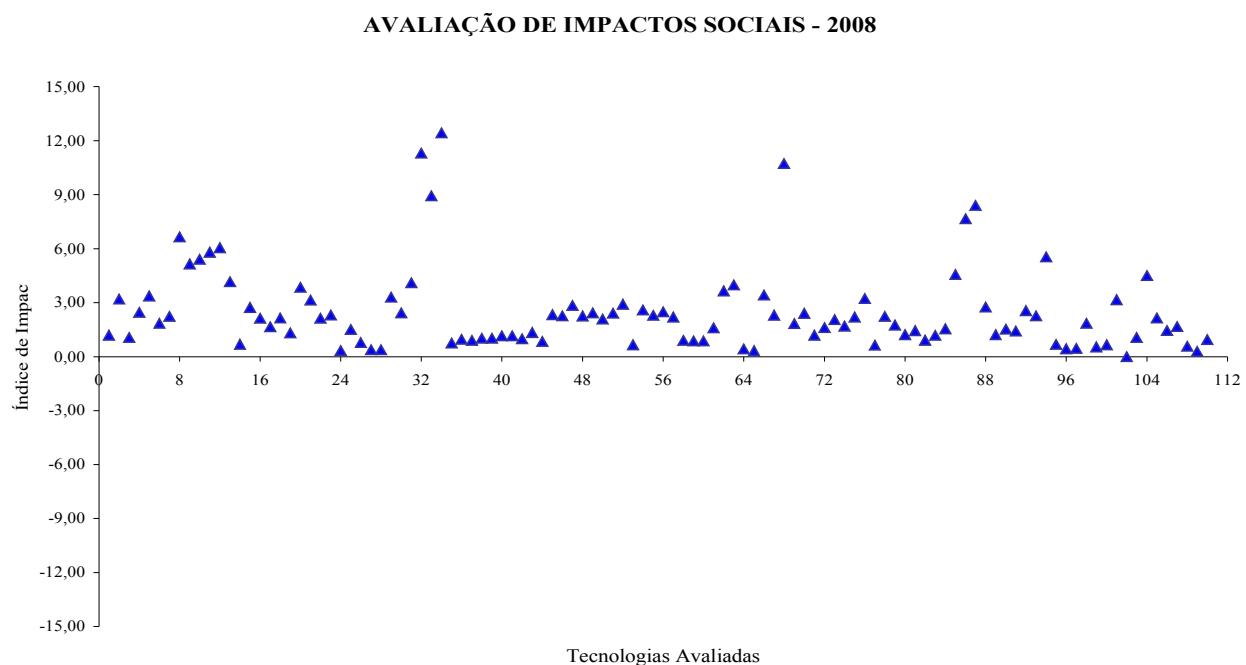
O Ambitec-Social consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas que integram quatorze indicadores da contribuição de uma dada inovação tecnológica agropecuária para o bem estar social, no âmbito de um estabelecimento rural. Quatro aspectos essenciais de avaliação são considerados: a) emprego, b) renda, 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 e desses resultados são gerados índices de impactos compostos de indicadores ponderados que refletem os resultados do coeficiente de alteração ponderado segundo a escala da ocorrência (pontual – dentro da fazenda - ; local – entorno da fazenda –e, entorno – na região da fazenda) e é expresso em uma escala que varia entre -15 e +15. 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.

A Figura 2 demonstra os resultados com os índices de impactos das tecnologias consideradas pela amostra no Balanço Social de 2008. Os resultados da avaliação de impactos sociais a partir do uso do Ambitec-Social mostra um impacto positivo para todas as 112 tecnologias da amostra.

Figura 2 – Avaliação dos Impactos Sociais – 2008



5. Avaliação de impacto ambiental

As questões relacionadas ao meio ambiente tem passado por um amplo debate nas últimas décadas. Particularmente, a avaliação de impactos ambientais tem merecido uma atenção especial em virtude dos exemplos de eventos relacionados a catástrofes e danos ambientais e à saúde humana decorrentes da introdução de tecnologias cujos efeitos nocivos não foram avaliados. Esta preocupação tem estimulado o governo, a comunidade científica e diversos grupos sociais a imporem estudos para avaliação dos riscos tecnológicos.

Neste Contexto, a Embrapa tem se dedicado 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.

Na verdade, o interesse em avaliar os impactos ambientais da pesquisa da Embrapa teve início ainda nos anos 80. A partir da década de 90 foram direcionados esforços para a elaboração de um método prático que pudesse ser usado para a avaliação ex-post das tecnologias geradas pela instituição e adotadas pelo setor produtivo agropecuário. Estes esforços culminaram então no desenvolvimento da metodologia Ambitec. (IRIAS, et al, 2006)

Os impactos ambientais podem ser assim conceituados:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.” (BRASIL, 2009)

IRIAS (et al, 2004) destaca que a partir deste conceito, a questão principal é como mensurar os impactos ambientais nesta abrangência de aplicação, de tal forma que seja possível fazer uma avaliação (uma determinação da valia, uma apreciação, um ajuizamento). Particularmente no caso da agricultura, um desafio adicional é como avaliar os impactos ambientais de tecnologias agropecuárias produzidas pela pesquisa no contexto das instituições, especialmente, pela natureza agressiva por definição das atividades agropecuárias e, pela interdependência e multiplicidade de fatores (inclusive de mercados) importantes determinantes

destas atividades. A tecnologia é apenas um desses fatores responsáveis pelas inovações no setor, conquanto possa ser um dos mais relevantes.

O Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (AMBITEC-AGRO), foi desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente 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 comportamentos 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.

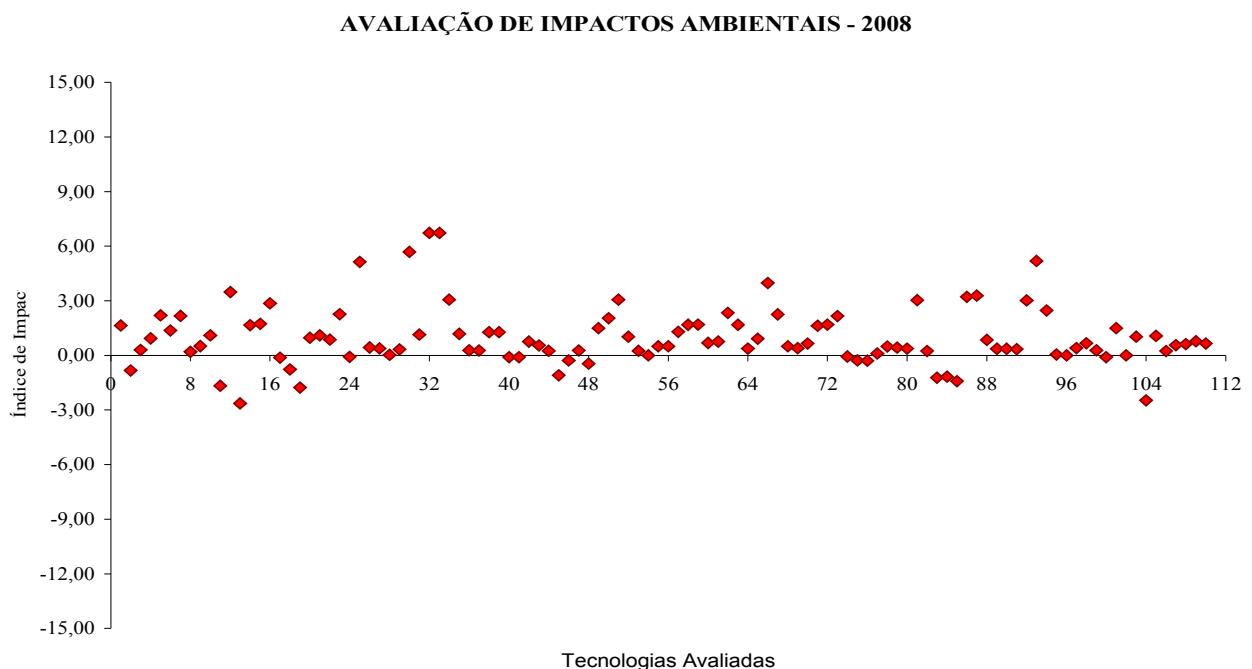
O conjunto de planilhas eletrônicas permite considerar diversos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental dependendo do segmento do agronegócio em avaliação. No caso do segmento **Agricultura** (expressão de impactos tecnológicos por unidade de área), são considerados 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 onze indicadores e cinquenta e dois componentes.

As avaliações de impacto ambiental envolvem 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. O índice de impacto desse sistema compõe-se de indicadores ponderados que refletem os resultados do coeficiente de alteração ponderado segundo a escala da ocorrência (pontual – dentro da fazenda - ; local – entorno da fazenda –e, entorno – na região da fazenda) e é expresso em uma escala que varia entre -15 e +15. 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.

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.

A Figura 3 apresenta os índices de impacto ambiental da amostra de tecnologias avaliadas em 2008 pelas UD's. Verificou-se, de uma forma geral, que a avaliação de impactos ambientais revelou impactos positivos.

Figura 3 – Avaliação dos impactos ambientais



De um total de 112 tecnologias avaliadas em 2008, 20 obtiveram o índice de impacto ambiental negativo e 92, positivo. Índices negativos podem mostrar tecnologias mais intensivas no que se refere ao uso de fatores naturais se comparadas com outras similares. No entanto, preconiza-se que as análises devem ser multidimensionais, e considerar também as dimensões econômica e social. O objetivo da avaliação de impactos de tecnologias é primeiramente conhecer os resultados da pesquisa. Tais resultados são úteis para maximizar efeitos positivos e também para buscar soluções no intuito de minimizar eventuais efeitos negativos.

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 o período 2001/2008, pode ser observado o esforço das unidades da Embrapa em avaliar os resultados de suas pesquisas e apresentar, a sociedade, uma amostra dos benefícios gerados. A quantidade de tecnologias avaliadas sempre passou a marca de cem, mantendo uma média de 124 relatórios, ao longo do período em estudo, demonstrando a seriedade no processo avaliativo dos resultados gerados pela Empresa.

Do ponto de vista econômico, a Embrapa, tem apresentado benefícios positivos desde o início do período avaliado ressaltando a importância da participação da Empresa no mercado agropecuário, reduzindo custos, agregando valor, incrementando a produtividade e expandindo a produção para novas áreas.

Os benefícios sociais transferidos a sociedade, foram bem relevantes, na medida em que alcançaram diversos setores, como na geração e ampliação da renda, na segurança e saúde ocupacional na gestão e administração e no emprego. Nesse item especialmente, os resultados mostraram que as tecnologias geradas, mesmo buscando uma maior eficiência tecnológica, tem ampliado o número de empregos criados no setor agropecuário e, também, tem melhorado a

qualidade do emprego, proporcionando mais capacitação e condições de trabalho mais adequadas.

A avaliação dos impactos ambientais, por sua vez, além de internalizar nas instituições, a necessidade de avaliar os efeitos das tecnologias sobre o ambiente, possibilitou aos pesquisadores e tomadores de decisões da Embrapa minimizar eventuais impactos negativos e potencializar impactos positivos.

Finalizando, como pôde ser visto, os produtos geraram tanto impactos positivos, quanto negativos, mostrando a importância da constância nas avaliações para que mudanças possam ser promovidas e, assim as tecnologias sejam aprimoradas.

Referências Bibliográficas

- ALENCAR, J. R., HERRUZO, C., HOEFLICH, V. A., OLIVEIRA, E. B., Impactos econômicos da pesquisa e desenvolvimento de um sistema informatizado para manejo florestal de pinus spp. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 425-446, set./dez. 2004
- 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: Why has impact assessment research not made more a difference? San José (Costa Rica), February 4-7, 2002.
- 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. 189 p.
- AVILA, A. F.D., MAGALHÃES, M. C., VEDOVOTO, G. L., IRIAS, L. J. M., RODRIGUES, G. R., Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos da Embrapa. **Revista de Economia Política**. 2006b.
- 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.
- AVILA. A. F.D., **Avaliação dos Impactos Econômicos de tecnologias agropecuárias**. In: AVILA. A. F.D., RODRIGUES, G. R., VEDOVOTO, G. L., **Avaliação dos Impactos de tecnologias geradas pela Embrapa.: Metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa. Informação Tecnológica., 2008. p. 19-42.
- BALANÇO SOCIAL: pesquisa agropecuária brasileira... 1998 m-. Brasília, DF: Embrapa, 1998. (versões impressas de 2001 a 2008).
- BRASIL. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 11 mar. 2009.
- 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/futAmaDlOportunidades/futIndustri_a_2_01.pdf Acesso em 30/01/2006
- CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos . Avaliação de Impacto Ambiental .HYPERLINK Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/ctudo-secoes-sub.asp?idsecao=63>> Acesso em 13/01/2006.
- 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: Secretaria de Gestão e Estratégia, 2006.
- 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.
- 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).
- PORTUGAL, A. D., AVILA, A. F.D., CONTINI, E., SOUZA, G.S. Sistema de avaliação e premiação por resultados. **Revista do Serviço Público**. Brasília:, v.49, n.3, p.59-83, 1999.
- QUIRINO, T. R.; MACÊDO, M. M. C. Mensuração de impacto social da pesquisa agropecuária da Embrapa: pontos para reflexão. In. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: metodologia de referência**. Embrapa SEA. Brasília. p. 62-64. 2001.
- QUIRINO, T. R.; MACÊDO, M. M. C. Impacto social de tecnologia agropecuária: construção de uma metodologia para o caso da Embrapa. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.123-127, jan./abr. 2002.
- 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 AssessmentReview**, 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. 2005, 30 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento) no prelo.
- SCHULTZ, T. W. **The Economic Organization of Agriculture**. New York: McGraw-Hill Book Co, 1954. 374 p.
- GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 66, p. 419-431, 1958.
- MANSFIELD, E. **Industrial research and technological innovation: an conometric analysis**. New York: W. W. Norton, 1968.235 p.
- THIOLLENT, M., Avaliação social da tecnologia. **Revista Brasileira Tecnológica**. Brasília, v13 (3), jun/jul 1982. pag 49-53.