

# Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias

Antonio Flavio Dias Avila



# Avaliação dos impactos econômicos de tecnologias agropecuárias

Antonio Flavio Dias Avila

## Introdução

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

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

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

---

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

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

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

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

Fonte: Avila et al. (2006).

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

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

### Aspectos conceituais

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

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

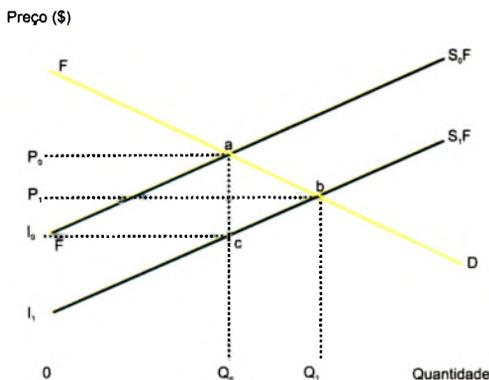


Fig. 1. Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

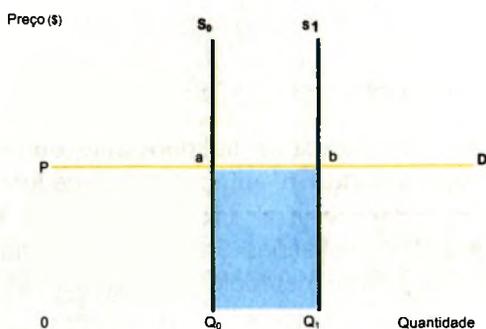


Fig. 2. Excedente gerado pela adoção de inovações que aumentam a produção.

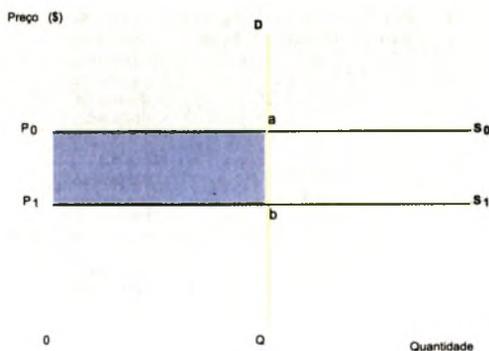


Fig. 3. Excedente gerado pela adoção de inovações que reduzem custos de produção.

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

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

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

### Aspectos operacionais

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

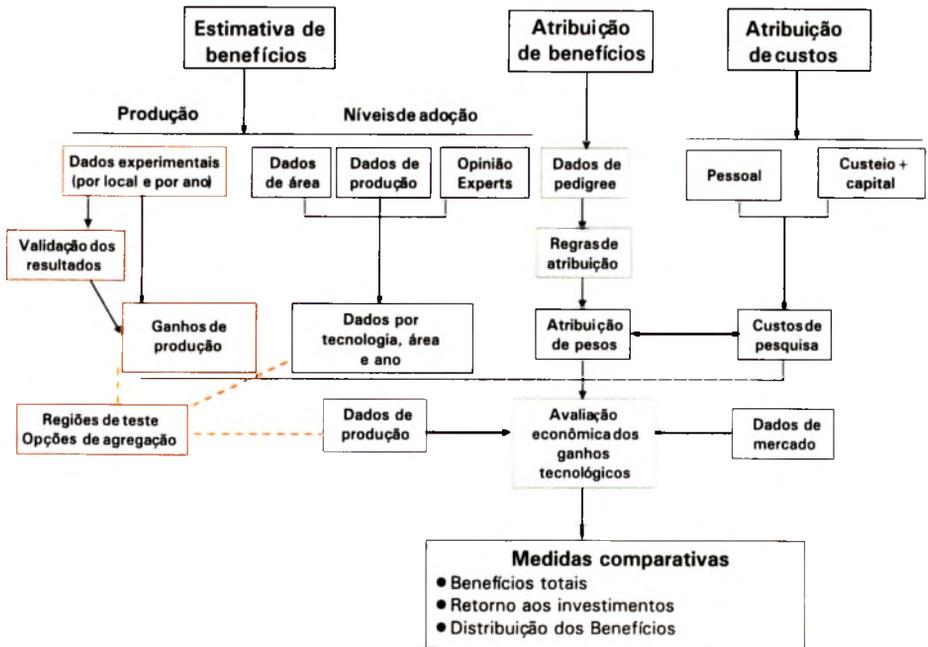


Fig. 4. Excedente econômico – esquema metodológico.

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

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

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

## **Inventário e seleção de tecnologias**

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

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

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

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

## **Estimativa dos benefícios econômicos totais**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Estimativa das taxas de adoção**

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

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

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

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

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

## **Estimativa dos benefícios da Embrapa**

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

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

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

## **Custos da pesquisa**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Estimativa dos benefícios econômicos líquidos**

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

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

## Estimativa da rentabilidade dos investimentos

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

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

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

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

### b) Valor Presente Líquido (VPL)

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

### c) Relação Benefício/Custo (B/C)

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

## Orientações gerais

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

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

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

a) Rendimentos constantes

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

b) Preços constantes

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

c) Rendimentos da mesma tecnologia

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

---

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

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

#### d) Participação superestimada da Embrapa

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

#### e) Ajustes nos custos

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

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

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

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

## **Estratégia de ação**

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

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

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

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

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

## Referências

- ALMEIDA, F. A., WETZEL, C., AVILA, A. F. D. **Impacto das cultivares de soja da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento**. Brasília, DF: Embrapa-SEA, 1999. p. 5-54. (Texto para Discussão, 3).
- ALMEIDA, F. A.; YOKOYAMA, L. P. **Impacto das cultivares de arroz de terras altas da Embrapa e rentabilidade dos investimento em melhoramento de plantas**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijao, 2000. 56 p. (Embrapa Arroz e Feijao. Documentos, 111).
- ALSTON, J. M.; NORTON, G. W. 7 PARDEY, P.G. **Science under Scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting**. Ithaca: Cornell University Press, 1995. 585 p.
- AMBROSI, I.; CRUZ, E. R. da. **Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 27 p.
- AMBROSI, I. **Avaliação socioeconômica dos recursos aplicados na Embrapa Trigo no período 1986-99**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. (Embrapa Trigo. Documentos, 21).
- AVILA A. F. D. Evaluation de la recherche agronomique au Bresil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul. Montpellier: Fact. de Droit et des Sci. Econ., 1981. Thesis de Doctorat.
- AVILA, A. F. D.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. R. Impactos economicos, sociais e ambientais dos investimetnos da Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, Ano XIV, n. 24, out./nov./dez., 2005. (no prelo).
- AVILA, A. F. D.; BORGES-ANDRADE, J. E.; IRIAS, L. J. M.; QUIRINO, T. R. **Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA**. Brasília, DF: EMBRAPA-DID, 1983, 70p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 4; EMBRAPA-DRH. Documentos, 17).
- AVILA, A. F. D.; IRIAS, L. J. M.; VELOSO, R. F. **Avaliação dos impactos socioeconômicos do Projeto PROCENSUL I - EMBRAPA/BID**. Brasília, DF: EMBRAPA/DEP, 1984. 58 p. (EMBRAPA-DEP. Documentos,17).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RIBEIRO, J. L. Retornos a investimentos em pesquisa agropecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 8, n. 9 3, p. 39-44, 1982.

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

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

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

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

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

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