

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

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques



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

Graciela Luzia Vedovoto  
Antonio Flavio Dias Avila  
Daniela Vieira Marques

## **Introdução**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Capital humano.
- Estoques e fluxos de conhecimentos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### O modelo do Geopi/Unicamp

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

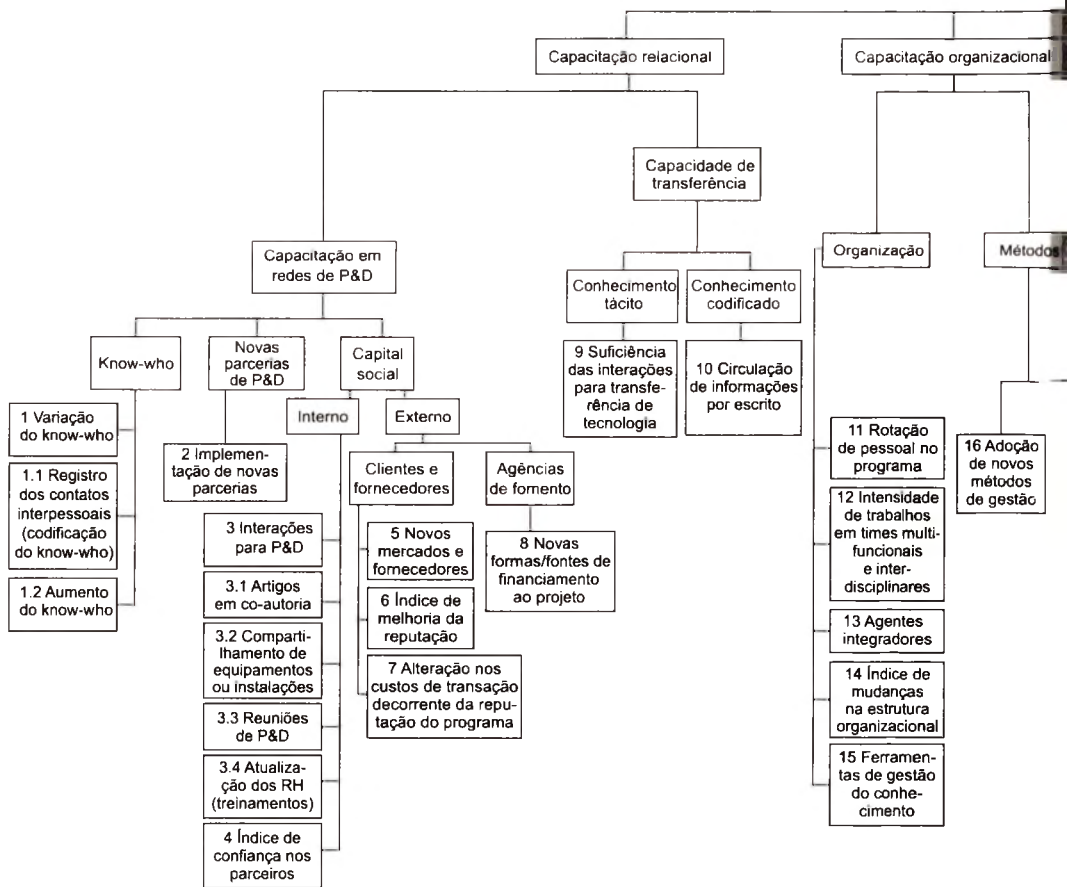
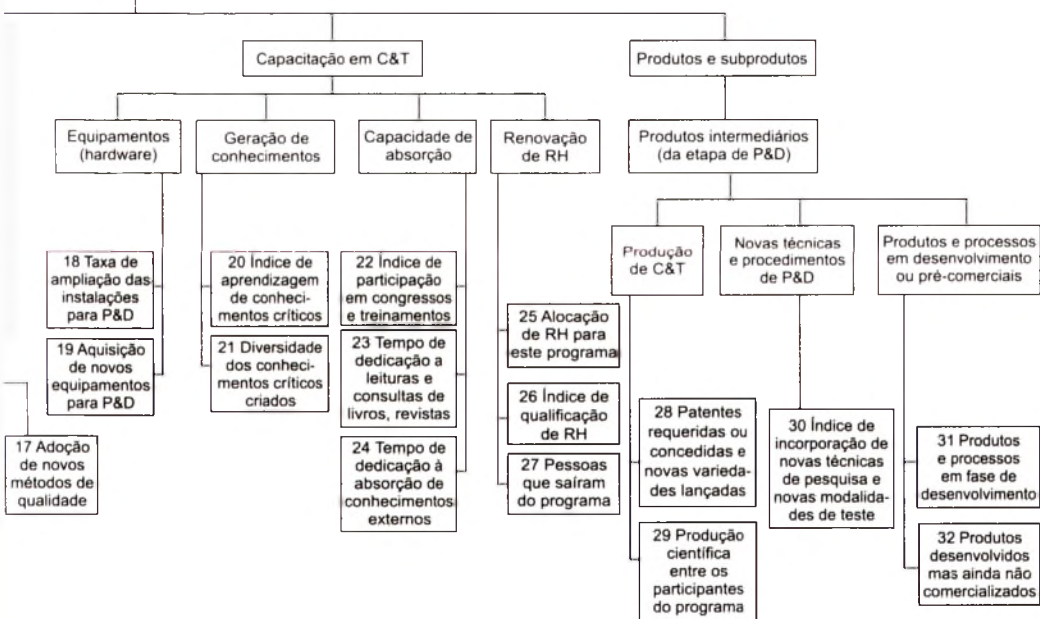


Fig. 1. Estrutura de impactos da dimensão capacitação.

Fonte: Furtado (2003).



## Dimensão de Capacitação



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

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

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

### *A dimensão Conhecimento*

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

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

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

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

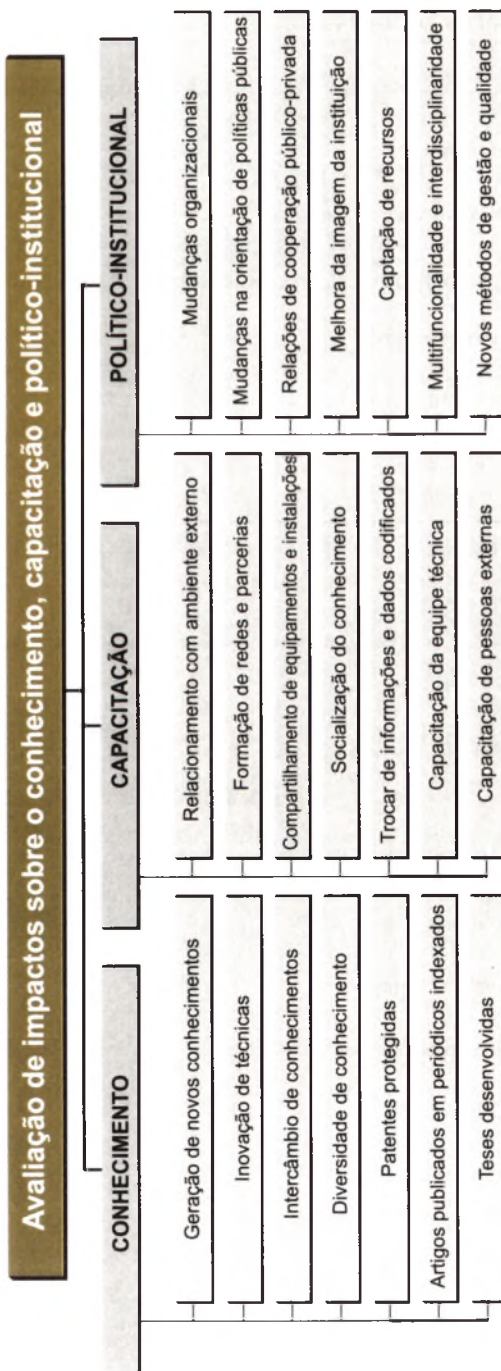


Fig. 2. Estrutura de impactos das dimensões conhecimento, capacitação e político-institucional.

**Tabela 1.** Impacto no conhecimento.

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

Fonte: Avila et al. (2008).

**Tabela 2.** Impacto na capacitação.

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

Fonte: Avila et al. (2008).

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

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

Fonte: Avila et al. (2008).

### *A dimensão Capacitação*

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

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

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

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

### *A dimensão Político-Institucional*

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

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

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

## Conclusão

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

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

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

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

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

## Referências

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



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

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

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

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