

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS – OS FRUTOS DA PESQUISA EM CAFÉ

Jamilsen de Freitas Santos<sup>1</sup>; Maria Isabel de Oliveira Penteadó<sup>2</sup>; Anísio José Diniz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Analista, M.Sc., Transferência de Tecnologia, Embrapa Café, Brasília-DF, jamilsen.santos@embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisadora, Ph.D., Transferência de Tecnologia, Embrapa Café, Brasília-DF, isabel.penteadó@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador, D.Sc., Transferência de Tecnologia, Embrapa Café, Brasília – DF, anisio.diniz@embrapa.br

**RESUMO:** Este trabalho aborda a Avaliação dos Impactos de Tecnologias Agropecuárias, descreve a metodologia adotada pela Embrapa e mostra os principais avanços dados pela Embrapa Café na aplicação da Avaliação de Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais. Os trabalhos de Avaliação são multidisciplinares, analisam os aspectos relevantes ao desenvolvimento sustentável. A adoção pela Embrapa faz com que sejam conduzidas centenas de Avaliações de Impactos, o que enriquece a análise das tecnologias, traz maior transparência ao uso dos recursos públicos e realimenta o processo de pesquisa agropecuária. A Embrapa Café deu importantes avanços recentemente e caminha para a adoção sistemática dessa ferramenta em suas atividades.

**Palavras-chave:** Avaliação de Impactos, Avaliação de Sustentabilidade, Avaliação de Tecnologias.

### IMPACTS ASSESSMENT OF TECHNOLOGY - THE RESEARCH IN COFFEE RESULTS

**ABSTRACT:** This paper discusses the Impact Assessment of Agricultural Technology, describes the methodology adopted by Embrapa and displays major advances in the application of Embrapa Café Impact Assessment Economic, Social and Environmental. The assessment studies are multidisciplinary, analyze relevant aspects of sustainable development. The adoption by Embrapa causes are conducted hundreds of Impact Assessments, which enriches the analysis of technologies, bring greater transparency to the use of public resources and feeds the process of agricultural research. Embrapa Café has made significant progress recently and headed for the systematic adoption of this tool in their activities.

**Key words:** Impact Assessment, Sustainability Assessment, Technology Assessment.

### INTRODUÇÃO

A Avaliação dos Impactos de Tecnologias é uma forma eficaz de medir os efeitos gerados pela pesquisa, uma ferramenta frequentemente aplicada à pesquisa agropecuária no Brasil e que se destaca no cenário internacional. Esta solução se consolidou ao ser adotada pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e pelas OEPAs (Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária) proporcionando maior transparência às suas atividades.

Durante muito tempo não houve uma avaliação sistemática efetiva dos resultados da pesquisa agropecuária. Três problemas principais decorriam da existência dessa lacuna: primeiramente não havia a identificação concreta dos benefícios líquidos proporcionados pelos gastos públicos em P&D&I, que é uma exigência da dinâmica social quanto ao uso dos recursos públicos; em segundo lugar, a falta da avaliação, deixava de fornecer informações importantes para os pesquisadores, dificultando que estes proponham soluções para problemas já existentes e façam projetos mais eficazes; finalmente, faltavam indicadores para um processo de alocação mais eficiente dos investimentos governamentais, uma vez que os recursos são escassos e existem múltiplos destinos para eles.

A Embrapa e as OEPAS são fomentadas para desenvolver tecnologias que gerem benefícios não só econômicos, mas também sociais e ambientais, portanto o mecanismo de avaliação também deve ser multidisciplinar. Estes três aspectos reunidos formam o tripé em que o Desenvolvimento Sustentável se baseia, por isso o termo Avaliação de Impactos esporadicamente é substituído pelo termo Avaliação de Sustentabilidade.

Na década passada foi dado um salto metodológico na Avaliação dos Impactos de Tecnologias Agropecuárias com a publicação da metodologia de referência Avila (2001) e Avila et al. (2008) para avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa. Esta metodologia passou a ser adotada pela Empresa desde 2001, o que gerou centenas de Avaliações de Impactos e a aquisição de grande experiência no assunto. Os resultados obtidos nas Avaliações foram integrados ao Balanço Social da Embrapa, que é publicado anualmente, e consistem em um banco de dados que permite fazer comparações entre as tecnologias e ao longo do tempo, o que enriquece a análise.

No final de abril deste ano a Embrapa publicou o Balanço Social 2010 que incluiu a Avaliação dos Impactos de 110 tecnologias e cerca de 140 cultivares. As avaliações apontaram para a geração do benefício líquido de 17,67 bilhões de reais em 2010, um impacto econômico de grande magnitude (Embrapa, 2011). As tecnologias exibidas no Balanço Social 2010 foram classificadas pelos seus principais benefícios em quatro categorias: incremento de produtividade,

redução de custos, agregação de valor e expansão da produção em novas áreas. Embora o Índice de Impacto possa variar de -15 à +15, nenhum resultado indicou impactos sociais negativos, sendo que o maior Índice de Impacto Social foi de 8,70. O menor Índice de Impacto Ambiental foi de 4,33 e o maior impacto positivo foi de 5,14.

## A EXPERIÊNCIA DA EMBRAPA CAFÉ EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A Embrapa Café foi fundada há 12 anos com a responsabilidade de gerir o Consórcio Pesquisa Café e posteriormente agregou a atividade de pesquisa. A unidade passou a desempenhar etapas de desenvolvimento, validação e transferência de tecnologias e recentemente começou a empreender esforços para avaliar impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias geradas pela própria Embrapa Café e por outras empresas consorciadas. Em 2010 a Unidade promoveu o curso de Avaliação de Impactos para capacitar empregados da Embrapa Café e das instituições fundadoras do Consórcio Pesquisa Café, o que desencadeou ações conjuntas para avaliar tecnologias desenvolvidas em parceria.

Entre as tecnologias em processo de avaliação estão cultivares, sistemas de manejo, biotecnologias e tecnologias para pós-colheita. Um passo importante dado pela Embrapa Café compreendeu a avaliação preliminar dos impactos do Sistema para Limpeza de Águas Residuárias (SLAR) realizado em unidade demonstrativa onde foi desenvolvida a pesquisa e a validação da tecnologia. A unidade demonstrativa está instalada na Fazenda Experimental de Venda Nova, pertencente ao Incaper, parceiro no desenvolvimento da tecnologia juntamente com a Embrapa Café e a Epamig.

A tecnologia avaliada, Sistema para Limpeza de Águas Residuárias, é composta basicamente por caixas de decantação, peneiras, filtro e bomba que removem os resíduos sólidos e fazem a recirculação da água proporcionando uma economia de até 90% da água utilizada no beneficiamento dos frutos do café. Esta economia de água é de extrema importância devido à crescente escassez deste recurso natural. No Brasil, por volta de 5,3 milhões de sacas de café são beneficiadas por via úmida, isso corresponde à aproximadamente 2,5 bilhões de litros de café. O sistema convencional de beneficiamento utiliza 4 litros de água para cada litro de café, o que nos permite estimar o consumo de 10 bilhões de litros de água para esta atividade.

A água residuária do processamento dos frutos do café, caso descartada de forma inapropriada, tem grande potencial para poluir mananciais superficiais. Este fato é condenado por institutos de regulamentação ambiental, que estabelecem critérios rigorosos para destinação desta água. Na esfera federal, a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos d' água. Obedecer aos critérios estabelecidos é condição para o licenciamento ambiental das unidades beneficiadoras. A implantação do SLAR facilita a adequação do beneficiador aos critérios dos órgãos ambientais, diminuindo o volume de água residuária. Feita sob orientação, esta água pode ainda ser utilizada em fertirrigação, prática que também é objeto de pesquisa da Embrapa Café.

Produtores de maior poder aquisitivo que conseguiram atingir maior nível de mecanização adotaram tecnologias de remoção de resíduos industrializadas para se adequarem às normas ambientais e tornaram o processo produtivo mais eficiente garantindo a qualidade do seu café. No entanto esta não é a realidade da maioria dos produtores. A popularização do SLAR incentivará inúmeros cafeicultores a aumentarem sua participação na cadeia produtiva, que passarão também a beneficiar os frutos do café. Pois as normas ambientais constituem barreiras de entrada na atividade de beneficiamento, estas barreiras são mais difíceis de serem ultrapassadas pelo produtor de pequeno porte e ao produtor familiar. Este fato dificulta uma melhor distribuição da renda e a ascensão da agricultura familiar.

## METODOLOGIA

A avaliação realizada teve como fonte entrevista realizada com o administrador da fazenda em que se encontra a unidade demonstrativa da tecnologia, dados da pesquisa em arquivos da Embrapa Café e informações dos pesquisadores responsáveis pelo SLAR.

Os impactos do Sistema de Limpeza de Águas Residuárias foram avaliados utilizando-se a metodologia descrita em Avila et al. (2008). Cada aspecto da avaliação de impactos foi contemplado por uma metodologia específica. O aspecto econômico foi contemplado pela avaliação benefício custo. Os impactos sociais foram avaliados através do Sistema de Avaliação de Impacto Social de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Social). Finalmente, a avaliação de impactos ambientais utilizou o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). A seguir encontra-se a descrição da metodologia utilizada para cada aspecto da avaliação de impactos.

Os impactos econômicos foram medidos através do benefício econômico proporcionado pela adoção da tecnologia. A abordagem 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. Como a amostra da pesquisa foi composta por somente uma fazenda não foi possível subtrair os custos da pesquisa, portanto não foi apresentado o benefício líquido total, somente o benefício líquido de adoção. Este

benefício foi apurado descontando-se o custo adoção da tecnologia dos benefícios econômicos gerados, que são provenientes da redução de custos.

Com o objetivo de analisar qualitativamente aspectos sociais importantes para a avaliação de impactos de tecnologias agropecuárias, foi desenvolvido o Ambitec-Social por Rodrigues et al. (2005). O sistema é constituído de um conjunto de planilhas eletrônicas que contemplam os seguintes aspectos: qualidade de emprego, renda, saúde, e gestão e administração. Para avaliação dos aspectos são utilizados 14 indicadores. Estes indicadores são ponderados e agregados para sintetizar a avaliação por meio de um índice de impacto social da tecnologia.

A metodologia proposta por Ávila et al. (2008) para avaliação de impactos ambientais é baseada em uma análise qualitativa por meio do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). O presente estudo faz a avaliação de projetos do agronegócio café, portanto, o módulo utilizado será o Ambitec-Agricultura.

O módulo Ambitec-Agricultura é composto de um conjunto de planilhas eletrônicas que contemplam os seguintes aspectos: alcance da tecnologia, eficiência tecnológica, conservação ambiental e recuperação ambiental. Os impactos dos quatro aspectos são divididos em 8 indicadores, que são ponderados e agregados para sintetizar a avaliação por meio de um índice de impacto social da tecnologia. Assim como no Ambitec-Social, o adotante entrevistado atribuirá o coeficiente de alteração do componente, sendo cada componente ponderado pelo peso de importância e a escala de ocorrência.

Portanto estes foram os métodos utilizados na avaliação preliminar dos impactos econômicos, sociais e ambientais do Sistema para Limpeza de Águas Residuárias, sua aplicação forneceram resultados importantes que permitem prever os impactos da adoção da tecnologia em larga escala.

## RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

A seguir estão os principais resultados da avaliação preliminar dos impactos do Sistema para Limpeza de Águas Residuárias realizada pela Embrapa Café. Como o estudo de caso foi feito com os dados de somente um adotante, a metodologia de avaliação econômica não pode ser aplicada na íntegra. Os impactos sociais e ambientais se referem à unidade de adoção, seus índices estão completos e descrevem os impactos potenciais da tecnologia. Alterações poderão ocorrer com o aumento da amostra, mas estas alterações ocorrerão devido às particularidades de cada adotante.

No aspecto econômico se identificou custos e benefícios potenciais para o adotante da tecnologia. O custo de adoção da tecnologia que envolve sua construção e instalação é R\$ 2.825,00. O funcionamento do Sistema gera um custo variável referente ao consumo de energia da bomba hidráulica que faz a recirculação da água. O consumo de energia da bomba utilizada na Fazenda Experimental de Venda Nova é de 3,7 KW/h. É possível beneficiar 120 sacas de café em 148 minutos, portanto uma fazenda que beneficie 1000 sacas de café utilizará o sistema durante aproximadamente 20 horas e meia na época da colheita. Considerando o valor cobrado pelo fornecimento de energia no Espírito Santo, o gasto adicional com energia no ano seria de R\$ 22,62.

Normas ambientais fazem restrições ao descarte da água residuária em corpos hídricos. O Sistema para Limpeza de Águas Residuárias ajuda a reduzir a quantidade de água no beneficiamento, facilitando o seu descarte. Este Sistema pode ser adotado em substituição a um equipamento industrial chamado Separador de Sólidos, que custa por volta de R\$ 9.000,00. Sob este aspecto pode-se considerar que o benefício econômico proporcionado pelo Sistema é de R\$ 6.175,00 por unidade adotada.

Caso a unidade de beneficiamento esteja localizada em uma propriedade que pague taxas pelo fornecimento de água, a economia se dará também nos custos variáveis. Exemplificando com uma situação em que sejam beneficiadas de 1000 sacas de café, podem ser economizados 1725 m<sup>3</sup> de água, gerando uma redução de R\$ 345 (para este cálculo se utilizou a tarifa mais barata cobrada pela CESAN, no ES).

Além dos aspectos quantificáveis, o Sistema permite que seja feito o beneficiamento em lugares com escassez de água e também que haja maior facilidade por parte do beneficiador em obter certificação ambiental, o que gera agregação de valor ao seu produto.

Os impactos sociais do SLAR foram fortemente significativos principalmente devido a fatores que promovem a melhoria de qualidade de vida do pequeno produtor, os indicadores podem ser conferidos na Tabela 1. O Índice de Impacto Social do Sistema foi de 3,25, para efeito de comparação pode-se observar que tecnologias de redução de custos exibidas no Balanço Social 2010 da Embrapa tiveram variação de 0 a 8,14 no mesmo Índice.

**Tabela 1. Indicadores de impacto social**

Indicadores	Coeficiente
Emprego	
Capacitação	3,0
Oportunidade de emprego local qualificado	2,6
Oferta de emprego e condição do trabalhador	0

Qualidade do emprego	0
Renda	
Geração de renda do estabelecimento	7,5
Diversidade de fonte de renda	1,3
Valor da propriedade	7,3
Saúde	
Saúde ambiental e pessoal	1,5
Segurança e saúde ocupacional	0
Segurança alimentar	7,5
Gestão e administração	
Dedicação e perfil do responsável	7
Condição de comercialização	3,4
Reciclagem de resíduos	2
Relacionamento institucional	4
<b>Índice de Impacto Social</b>	<b>3,25</b>

Como ainda não se constituiu um universo significativo de adotantes da tecnologia, não se acredita que houve impacto na geração de empregos. Com a difusão da tecnologia o principal elemento gerador de empregos será a demanda de materiais para a construção do Sistema, que terá efeitos para além da cadeia produtiva do Café.

Os impactos ambientais foram positivos principalmente devido à conservação dos recursos naturais pela economia de água e à conservação ambiental por facilitar o descarte adequado da água residuária do beneficiamento do café. O coeficiente dos indicadores de impacto ambiental podem ser visualizados na tabela abaixo.

**TABELA 2. Indicadores de impacto ambiental**

<b>Indicadores</b>	<b>Coeficiente</b>
Eficiência Tecnológica	
Uso de agroquímicos/ insumos químicos e ou materiais	0
Uso de energia	-1,5
Uso de recursos naturais	6
Conservação Ambiental	
Atmosfera	0
Qualidade do solo	2,5
Qualidade da água	0,5
Biodiversidade	0
Recuperação Ambiental	0,6
<b>Índice de Impacto Ambiental</b>	<b>1,16</b>

O Índice de Impacto Ambiental do Sistema para Limpeza de Águas Residuárias foi de 1,16. Tecnologias de redução de custos do Balanço Social 2010 da Embrapa apresentaram Índices de Impacto Ambiental variando entre -0,08 a 5,14.

## CONCLUSÕES

O Sistema para Limpeza de Águas Residuárias apresenta um impacto econômico positivo, Índices de Impactos Sociais e Ambientais equilibrados e coerentes com os índices de tecnologias semelhantes. Os resultados preliminares da Avaliação dos Impactos do SLAR demonstram que esta tecnologia contribuirá para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do café e sugere que ações de transferência desta tecnologia devem ser apoiadas e incentivadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AVILA, A.F.D.; RODRIGUES, G.S.; VEDOVOTO, G.L. **Avaliação dos impactos de tecnologia geradas pela Embrapa**. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2008.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Balanço Social 2010**. SECOM/SGE, Brasília, 2011.

MARQUES, D.V.; VEDOVOTO, G.L.; AVILA, A.F.D. **Avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias: a experiência da Embrapa no período 2001/2008.** XLI SBPO, Pesquisa operacional na gestão do conhecimento, p. 427-439, 2009.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C.; IRIAS, L.J.M.; RODRIGUES, I. **Avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Social.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 31 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).