

## Sistema de Avaliação dos Impactos Econômicos e Ambientais da Embrapa – Estudos de Caso<sup>1</sup>

Marília Castelo **Magalhães**  
Luiz José Maria **Irias**  
Honorino Roque **Rodigheri**  
Graciela Luzia **Vedovoto**  
Alcido Elenor **Wander**

### Resumo

Recursos para pesquisa agrícola são escassos e podem ser utilizados em outras opções de investimento. Dessa forma, avaliar os retornos econômicos que a pesquisa pública gera para a sociedade é fundamental para justificar os recursos alocados, além de incentivar seu uso nos projetos mais eficientes. No entanto, em busca do desenvolvimento sustentável, o retorno econômico não é o único que deve ser almejado. A pesquisa deve também desenvolver tecnologias que não degradem o meio ambiente ou, por outro lado, buscar identificar quais os impactos negativos que as tecnologias possam vir a gerar quando adotadas, facilitando medidas mitigadoras. Tendo isto em vista, a Embrapa tem realizado avaliações de impactos econômicos e ambientais de suas tecnologias, que procuram mostrar o retorno gerado pelos investimentos, assim como identificar quais os efeitos causados no meio ambiente. Este trabalho apresenta a metodologia de avaliação econômica e ambiental que tem sido utilizada na Embrapa, exemplificada por avaliações de duas tecnologias desenvolvidas pela Empresa: “*Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas” e “Terminação de cordeiros em confinamento”.

Palavras-chave: avaliação de impactos, Embrapa, pesquisa e desenvolvimento.

### 1. Introdução

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa tem uma grande parcela de contribuição no desenvolvimento da agricultura brasileira, promovendo significativos ganhos de produtividade e ajudando a colocar o Brasil em uma situação de destaque no cenário mundial.

Identificar os benefícios gerados pelas tecnologias da Embrapa, no entanto, pode não ser tão fácil considerando que estes benefícios podem estar difusos entre consumidores e produtores e entre vários anos. A avaliação de impactos econômicos de tecnologias se torna essencial justamente por buscar identificar e quantificar os ganhos que a sociedade recebe devido à pesquisa. Considerando que os recursos são escassos e ainda havendo diversas alternativas para uso desses recursos, é de fundamental importância justificar precisamente porque é importante investir na pesquisa agropecuária. A avaliação econômica ainda possibilita que aqueles projetos de maior eficiência e benefícios gerados sejam privilegiados na alocação de recursos. A Embrapa, assim, como diversas instituições de pesquisa no mundo, tem utilizado diversos métodos para avaliação de suas tecnologias, sendo o mais usado o método do excedente econômico.

---

<sup>1</sup> Os autores agradecem aos pesquisadores Nelson Nogueira Barros (Embrapa Caprinos) e Jarbas Yukio Shimizu (Embrapa Florestas) pelos esforços envidados no desenvolvimento das tecnologias consideradas nesta análise.

Por outro lado, a Embrapa tem como um de seus objetivos incentivar o desenvolvimento sustentável no campo, visando a conservação dos recursos naturais do país. Dessa forma, a Empresa é consciente da importância em desenvolver tecnologias “amigas” do meio ambiente ou por outro lado conhecer os impactos negativos que tecnologias possam gerar para que seja possível sua mitigação. Para que os impactos no meio ambiente também sejam levados em conta na hora de desenvolver e promover a adoção de uma tecnologia, a Embrapa, por meio do seu Centro de Pesquisa de Meio Ambiente desenvolveu o Sistema Ambitec para realizar avaliações de impacto ambiental.

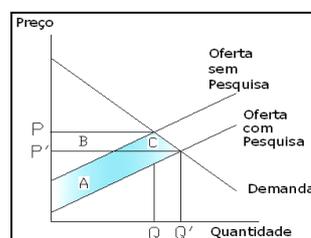
Este artigo tem como objetivo explicar os sistemas de avaliação econômica (excedente econômico) e ambiental (Sistema Ambitec) da Embrapa<sup>2</sup>, utilizando, como exemplo, duas tecnologias: *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas, desenvolvida pela Embrapa Florestas e Terminação de cordeiros em confinamento, desenvolvida pela Embrapa Caprinos<sup>3</sup>.

## 2. Avaliação de Impactos Econômicos

### 2.1. O Método do Excedente Econômico

Há diversos métodos que podem ser usados para realizar uma avaliação de impactos econômicos, sendo os principais os métodos econométricos, de programação matemática e o método do excedente econômico. A Embrapa já utilizou vários destes métodos, no entanto, mais recentemente tem feito maior uso do excedente econômico, considerando sua simplicidade, menor necessidade de longas séries de data, sem prejuízo para os resultados.

A utilização do excedente econômico como instrumento para avaliação da pesquisa objetiva demonstrar qual impacto que uma tecnologia gera no bem estar da sociedade. A adoção de uma tecnologia que aumenta a produtividade ou reduz os custos de produção desloca a curva de oferta do bem (no qual a tecnologia se aplica) para a direita. Esse deslocamento afeta o excedente do produtor e do consumidor. Para os produtores, existe um ganho devido à queda nos custos de produção representado no Gráfico 1 pela área A. No entanto, os produtores passam a receber um preço menor, já que menores custos aumentam a quantidade ofertada, perdendo assim a área B. A área A – B será positiva dependendo da elasticidade das curvas de oferta e demanda. Quanto mais elástica a demanda, maior será o ganho do produtor, já que o consumidor responderá pela queda do preço. Já os consumidores sempre ganham. Eles são beneficiados com a área B + C devido à queda dos preços. O ganho líquido para a sociedade é então a área A + C.



<sup>2</sup> Para mais informações sobre avaliações de impacto na Embrapa, ver Ávila (2001).

<sup>3</sup> A Embrapa tem espalhado pelo Brasil 37 Centros de Pesquisa, além de 3 Centros de Serviços e 11 Unidades Centrais.

### Gráfico 1 – Demanda e Oferta da Pesquisa

As variáveis principais necessárias para estimar a taxa de deslocamento da oferta e dessa forma os benefícios gerados pela pesquisa são: o custo de adoção da tecnologia, as quantidades e preços de equilíbrio antes e depois da inovação, os ganhos de produtividade devido à inovação, os níveis de adoção e as elasticidades da oferta e demanda<sup>4</sup>.

No entanto, os valores escolhidos para as elasticidades têm menos influência nos resultados que os outros parâmetros, como por exemplo, os ganhos de produtividade, custos de adoção, preço de mercado, taxas de adoção, etc. (Masters et al., 1996). Dessa forma, as avaliações de impacto econômico da Embrapa, como as apresentadas neste trabalho, têm adotado uma metodologia que considera duas variantes do método do excedente econômico.

A primeira variante é usada para impactos que geram aumento da produção (ganhos de rendimentos ou expansão de área). Neste caso, considera-se curva de demanda perfeitamente elástica e curva de oferta perfeitamente inelástica. A avaliação da tecnologia *Eucalyptus benthamii* – **tolerante a geadas severas** se insere neste caso, conforme pode ser visto no Box 1, onde há uma breve descrição da tecnologia e os benefícios econômicos gerados. É mostrada na Tabela 1 a produtividade sem e com o uso da tecnologia. Considerando o ganho individual do produtor e o nível de adoção, é possível então estimar o benefício econômico gerado pela tecnologia (Tabela 2).

A segunda variante abrange os casos em que a inovação tecnológica leva à redução de custos. Para estes casos, a curva de oferta é perfeitamente elástica e a curva de demanda perfeitamente inelástica. Neste caso, há o exemplo da tecnologia **Terminação de cordeiros em confinamento** que gerou um ganho de custo de produção para os produtores adotantes, conforme descrito no Box 2. A Tabela 3 mostra os ganhos de produtividade com o uso da tecnologia e a Tabela 4, o benefício econômico devido à tecnologia.

---

<sup>4</sup> Para os trabalhos de avaliação da Embrapa, outra variável muito importante é a porcentagem de participação da instituição no desenvolvimento e transferência das tecnologias. As avaliações realizadas na Embrapa visam estimar os impactos positivos que a instituição gera, dessa forma, devem ser descontados os benefícios econômicos gerados por instituições parceiras no desenvolvimento das tecnologias e por conhecimentos prévios.

**Box 1 Avaliação de Impactos Econômicos****Tecnologia: *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas****Centro de Pesquisa: Embrapa Florestas****Início da Geração: 1988 Ano de Lançamento: 1992 Ano de Início de Adoção: 1999.**

Descrição da Tecnologia:

O problema que deu origem à pesquisa do *Eucalyptus benthamii* foi a falta de espécies alternativas viáveis para plantios comerciais voltadas à produção de biomassa energética, bem como para produção de madeira para usos gerais nas regiões sujeitas a geadas fortes, especialmente no Sul do Brasil.

As principais atividades da pesquisa foram: a) prospecção, coleta e introdução de material genético com alta variabilidade genética de *Eucalyptus benthamii* para teste; b) plantio e manejo para avaliação do desenvolvimento e produção de sementes e c) manejo voltado essencialmente à produção de sementes.

Anteriormente, a única espécie disponível e de tolerância relativa às geadas era *E. viminalis*. Porém, essa espécie apresenta baixa produtividade de biomassa e má qualidade da madeira para processamento mecânico, além de grande dificuldade de produzir semente. Com *E. benthamii*, a produtividade de madeira é maior, gerando toras de boa forma (retas). A produtividade de sementes também é maior que de *E. viminalis*, além de ser mais resistente a geadas severas. Com esses atributos, tanto as grandes empresas quanto as pequenas e médias propriedades rurais poderão dispor da matéria-prima para os mais diversos usos, produzidos localmente, apesar das geadas que, periodicamente, aniquilam a maioria das espécies de eucalipto plantadas no Sul do Brasil.

*E. benthamii* tem mostrado rápido crescimento e alta resistência a geadas em plantios experimentais nos estados do Paraná e Santa Catarina. A espécie é, também, apontada como promissora em áreas montanhosas do Estado de Minas Gerais (Embrapa, 1988). Em Colombo, PR, *E. benthamii* apresentou, aos 8 anos de idade, altura média de 18 m e DAP (diâmetro do tronco a 1,30 m de altura) médio de 21 cm (Shimizu, comunicação pessoal). Higa & Carvalho (1990) observaram, na região de Dois Vizinhos, PR, sobrevivência de 70%, altura média de 16 m e DAP médio de 15 cm com menos de quatro anos de idade e concluíram que a espécie merece atenção especial dos melhoristas e silvicultores.

Considerando que, independentemente da espécie, o eucalipto para energia, praticamente, requer a mesma tecnologia para produção, o custo de produção é equivalente para as diferentes espécies.

Os impactos econômicos dessa tecnologia ocorrem, principalmente, na forma de incremento de produtividade.

Como essa tecnologia resultou da prospecção, coleta e introdução de material com alta variabilidade genética, atribuiu-se a participação de 30% ao material original e 70% ao esforço tecnológico desenvolvidos pela Embrapa Florestas.

A Embrapa Florestas ainda é a única instituição brasileira a produzir sementes e mudas de *E. benthamii* que, devido à alta tolerância às geadas, apresenta um crescimento médio 33% maior que as demais espécies, com rendimento médio de 40 m<sup>3</sup>/ha por ano, enquanto que o rendimento médio anual das demais espécies é de apenas 30 m<sup>3</sup>/ha por ano.

Em função do ciclo médio do eucalipto para energia ser de 6 anos, o benefício econômico da pesquisa pela área plantada em 1989 (19 ha) será realizado por ocasião do corte e comercialização da madeira em 2004, que totalizaria R\$ 14.364,00 (Tabela 2).

**Box 1 (cont...) Tecnologia: Eucalyptus benthamii – tolerante a geadas severas**  
**Centro de Pesquisa: Embrapa Florestas**  
**Início da Geração: 1988 Ano de Lançamento: 1992 Ano de Início de Adoção: 1999.**

TABELA 1. Ganhos Líquidos Unitários com a utilização de *E. benthamii*

Ano	Unidade de Medida - UM	Rendimento Anterior/UM (A)	Rendimento Atual /UM (B)	Preço Unitário R\$/UM (C)	Custo Adicional R\$/UM (D)	Ganho Unitário R\$/UM $E=((B-A)\times C)-D$
1999	m <sup>3</sup> /ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002		0,00	0,00	18,00	0,00	0,00
2003		0,00	0,00	18,00	0,00	0,00
2004		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2005		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2006		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2007		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2008		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2009		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2010		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2011		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00
2012		180,00	240,00	18,00	0,00	1.080,00

TABELA 2. Benefícios Econômicos com a utilização de *E. benthamii*

Ano	Participação da Embrapa - % (F)	Ganho Líquido Embrapa-R\$(UM) $G=(E\times F)/100$	Área de Adoção: Unidade de Medida - UM	Área de Adoção: Quant. x UM (H)	Benefício Econômico (R\$) $I = (G\times H)$
1999	70	0,00	Hectare	19	0,00
2000	70	0,00		33	0,00
2001	70	0,00		121	0,00
2002	70	0,00		196	0,00
2003	70	0,00		200 *	0,00
2004	70	756,00		200 *	14.364,00
2005	70	756,00		200 *	24.948,00
2006	70	756,00		200 *	91.476,00
2007	70	756,00		200 *	148.176,00
2008	70	756,00		200 *	151.200,00
2009	70	756,00		200 *	165.564,00
2010	70	756,00		200 *	176.148,00
2011	70	756,00		200 *	242.676,00
2012	70	756,00		200 *	299.376,00

**Box 2 Avaliação de Impactos Econômicos****Tecnologia: Terminação de Cordeiros em Confinamento****Centro de Pesquisa: Embrapa Caprinos****Início de Geração: 1995 Ano de Lançamento: 1999 Ano de início de adoção: 2001**

Descrição da Tecnologia:

Durante a estação seca no semi-árido nordestino (7 a 9 meses no ano), a escassez de alimentos para os animais reduz e limita a produtividade animal. A fim de manter a regularidade na produção de carne durante os meses da estação seca, muitas vezes, os produtores compram alimentos disponíveis em outras regiões. Desta forma, a produção de carne nas zonas semi-áridas, durante esta estação, torna-se extremamente cara.

Após quatro (04) anos de pesquisas, a Embrapa Caprinos passou a recomendar um sistema de acabamento onde os cordeiros são mantidos em regime de confinamento durante a estação seca. Confinando os cordeiros na estação seca, a necessidade de alimentos é reduzida consideravelmente, além de melhorar o desempenho animal, permitindo uma redução dos custos de produção de carne na estação seca (Wander et al., 2003).

Dessa forma, a terminação de cordeiros em confinamento é uma prática que consiste na seleção e confinamento de ovinos jovens, machos e/ou fêmeas, com vistas a prepará-los para o abate, num curto espaço de tempo, mesmo durante a época de carência alimentar nas pastagens. Além da redução de custos obtida, outras vantagens da terminação de cordeiros em confinamento são:

- ✓ Redução da idade de abate de 10 a 12 meses para 05 a 06 meses;
- ✓ Disponibilização da forragem das pastagens, que já é escassa, para as demais categorias de animal do rebanho;
- ✓ Agilização do retorno do capital aplicado;
- ✓ Permite a produção de carne de boa qualidade, também na época seca ou na entre safra;
- ✓ Contribui para a produção de peles de primeira categoria, auferindo uma receita indireta ao processo de terminação de cordeiros;
- ✓ Tem garantia de mercado para os produtos carne e pele.

A redução dos custos de produção está relacionada, principalmente, com a redução de mortalidade e o aumento da produtividade. Outro impacto relevante é a oferta de produtos de qualidade ao longo do ano favorecendo o estabelecimento de relações contratuais entre produtores e agroindustriais da carne que proporcionem transações comerciais a custos menores. Além disso, a tecnologia contribui, significativamente, para a melhoria da qualidade da pele, permitindo uma maior agregação de valor ao produto comercializado. A estimativa da margem bruta de renda do confinamento de cordeiros varia de R\$ 5,00 a R\$ 12,00 por animal confinado, dependendo das oportunidades de compra e venda dos cordeiros. Em 2003, a economia obtida por carcaça de 12 kg foi de R\$ 3,00. Considerando a participação da Embrapa no desenvolvimento e transferência da tecnologia de 60% e nível de adoção de 121.000 animais, o benefício econômico naquele ano foi de R\$ 217.800,00. Vale salientar, que nesta estimativa, não foram considerados os benefícios indiretos, tais como: o mais rápido retorno do capital investido, a melhoria da qualidade da pele, e a liberação da pastagem para as demais categorias do rebanho.

**Box 2 (cont...) Tecnologia: Terminação de Cordeiros em Confinamento**  
**Centro de Pesquisa: Embrapa Caprinos**  
**Início de Geração: 1995 Ano de Lançamento: 1999 Ano de início de adoção: 2001**

Tabela 3. Ganhos de Redução de Custos Regionais.

Ano	Unidade de medida (UM)	Custo anterior (R\$/UM) (A)	Custo atual (R\$/UM) (B)	Economia obtida (R\$/UM) (C= (A - B))
2001	Carcças de 12 kg	47,00	44,00	3,00
2002		48,00	45,00	3,00
2003		50,00	47,00	3,00
2004*		50,00	47,00	3,00
2005*		50,00	47,00	3,00
2006*		50,00	47,00	3,00
2007*		50,00	47,00	3,00
2008*		50,00	47,00	3,00
2009*		50,00	47,00	3,00
2010*		50,00	47,00	3,00
2011*		50,00	47,00	3,00
2012*		50,00	47,00	3,00
2013*		50,00	47,00	3,00
2014*		50,00	47,00	3,00
2015*		50,00	47,00	3,00

\* Projeção.

Tabela 4. Benefícios Econômicos Regionais

Ano	Participação Embrapa - % (D)	Ganho Líquido Embrapa R\$/UM $E = (C \times D)/100$	Nível de adoção - UM (F)	Benefício Econômico – R\$ $G = (E \times F)$
2001	60	1,80	100.000	180.000,00
2002	60	1,80	110.000	198.000,00
2003	60	1,80	121.000	217.800,00
2004*	60	1,80	133.100	239.580,00
2005*	60	1,80	146.410	263.538,00
2006*	60	1,80	161.051	289.891,80
2007*	60	1,80	177.156	318.880,80
2008*	60	1,80	194.872	350.769,60
2009*	60	1,80	214.359	385.846,20
2010*	60	1,80	235.795	424.431,00
2011*	60	1,80	259.375	466.875,00
2012*	60	1,80	285.313	513.563,40
2013*	60	1,80	313.844	564.919,20
2014*	60	1,80	345.228	621.410,40
2015*	60	1,80	379.751	683.551,80

\* Projeções de ganhos líquidos feitas a partir da Tabela 1; Projeções de nível de adoção feitas considerando-se incrementos de 10% ao ano no nível de adoção da tecnologia para o período 2004-2015

## 2.2. Custos de Desenvolvimento e Transferência das Tecnologias

Como pode ser visto, no caso das duas tecnologias, a sociedade é amplamente beneficiada. No entanto, ainda é preciso estimar quais foram os custos de geração e desenvolvimento para ver se a pesquisa é viável, ou seja, se os ganhos gerados para a sociedade são superiores aos custos da pesquisa.

Os custos envolvem todos os gastos necessários para a pesquisa ser realizada, com exceção daqueles que teriam sido feitos de qualquer forma (Masters et al., 1996). Assim, os custos devem incluir todos os gastos referentes à pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia que a instituição realizou.

Pardey et al. (2002) ao avaliarem benefícios e custos da pesquisa de melhoramento de variedades conduzida pelas Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Soja, sugeriram alguns itens na computação dos custos, considerando as dificuldades no resgate das informações. Em relação aos custos de trabalho, os autores identificaram cada funcionário de acordo com a classificação disciplinar (melhorista, agrônomo, etc.) e status (PhD, Msc, etc.) juntamente com uma estimativa da proporção de tempo que cada um dedicou, à cada ano, à pesquisa. Nesta forma de cálculo, os custos com pessoal envolvem os salários dos funcionários proporcionais ao tempo de dedicação à atividade de pesquisa avaliada.

Já os custos de operação são geralmente divididos por diversos projetos de pesquisa, devendo, dessa forma, ser levada em consideração a parcela do ativo gasta pela pesquisa sendo avaliada. Como exemplo, há o combustível utilizado, energia, produtos de laboratório e de campo e outros insumos. A mesma observação serve para os custos de capital, como terras, prédios, máquinas e equipamentos, devendo ser considerada a depreciação do estoque.

Há outros custos que devem ser considerados, como, por exemplo, gastos administrativos, custos de serviços complementares como de bibliotecas e os custos de transferência tecnológica. Frequentemente são necessários programas de extensão para acelerar a adoção da tecnologia (Masters et al., 1996). Dessa forma, os custos de extensão realizados pela instituição de pesquisa para viabilizar a adoção também devem ser computados. Considera-se dentro desses custos: elaboração de cartilhas palestras, seminários, visitas, verificações nas propriedades, etc.

Nos Boxes 3 e 4 estão os custos de geração e transferência das duas tecnologias analisadas neste trabalho e algumas explicações sobre como foram feitos os cálculos.

### Box 3 Custos de Pesquisa da Tecnologia *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas

Tabela 5 – Estimativa dos Custos da Pesquisa de *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas

Ano	Despesas diretas (R\$)		Despesas indiretas (R\$)		Total (R\$)
	Custo com pessoal	Custeio da pesquisa	Custos de capital	Custo da administração	
1988	11.520,00	813,00	148,00	1.891,00	14.372,00
1989	9.519,00	288,00	135,00	1.722,00	11.664,00
1990	10.945,00	513,00	152,00	1.936,00	13.546,00
1991	9.831,00	440,00	147,00	1.874,00	12.292,00
1992	4.576,00	285,00	146,00	746,00	5.753,00
1993	4.736,00	346,00	156,00	795,00	6.033,00
1994	2.148,00	118,00	76,00	390,00	2.732,00
1995	2.688,00	151,00	97,00	746,00	3.682,00
1996	3.720,00	189,00	122,00	625,00	4.656,00
1997	3.015,00	160,00	103,00	526,00	3.804,00
1998	3.413,00	167,00	108,00	553,00	4.241,00
1999	3.132,00	150,00	96,00	493,00	3.871,00
2000	3.117,00	153,00	99,00	504,00	3.873,00
2001	2.902,00	150,00	96,00	494,00	3.642,00
2002	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2003	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2004	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2005	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2006	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2007	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2008	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2009	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2010	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2011	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
2012	2.864,00	138,00	89,00	569,00	3.660,00
<b>Total</b>	<b>106.766,00</b>	<b>5.441,00</b>	<b>2.660,00</b>	<b>19.554,00</b>	<b>134.421,00</b>
<b>Partic.</b>	<b>79,42 %</b>	<b>4,05 %</b>	<b>1,98 %</b>	<b>14,55 %</b>	<b>100,00 %</b>

#### Despesas diretas:

- Custo com pessoal – refere-se à remuneração bruta mais encargos sociais e a respectiva participação do pesquisador na geração (5% do tempo) e transferência (2% do tempo) da tecnologia. Nessa tecnologia, tanto na geração como na transferência, houve a participação de um técnico agrícola, também, com 5% e 2%, respectivamente na tecnologia em análise.
- Custeio da pesquisa - baseada no orçamento realizado nos subprojetos e a respectiva participação da experimentação com *E. benthamii* nos subprojetos.

#### Despesas indiretas:

- Custo da administração – refere-se ao custeio com pessoal ligado à administração + custos dos setores de campos experimentais e máquinas agrícolas, + o custeio da administração (vigilância, limpeza, telefone, energia, xerografia, combustíveis, correio e estagiários). Esse custo foi dividido pelo esforço total de pesquisa da Embrapa Florestas (número de pesquisadores) e pela participação do tempo do pesquisador no desenvolvimento e transferência da tecnologia.
- Custeio com capital – composto pelo valor total dos bens da Embrapa Florestas a preços de 2002, depreciados a 5% ao ano e distribuído segundo a participação da tecnologia no esforço de pesquisa da Embrapa Florestas.

### Box 4 – Custo da Pesquisa da Tecnologia Terminação de Cordeiros em Confinamento

Tabela 6 – Estimativa dos Custos de Pesquisa de Terminação de Cordeiro em Confinamento

Custos (R\$)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Custos com trabalho</b>											
Pesquisadores	18.687,92	18.687,92	18.687,92	18.687,92							
Téc. Agrícola	6.749,87	6.749,87	6.749,87	6.749,87							
Manejador	5.134,15	5.134,15	5.134,15	5.134,15							
Soma parcial	30.571,94	30.571,94	30.571,94	30.571,94							
<b>Custos operacionais</b>											
Volumoso (feno)	87,50	87,50	87,50	87,50							
Concentrados	520,00	520,00	520,00	520,00							
Medicamentos	50,00	50,00	50,00	50,00							
Vermífugos	30,00	30,00	30,00	30,00							
Combustível	500,00	500,00	500,00	500,00							
Energia elétrica	56,00	56,00	56,00	56,00							
Soma parcial	1.243,50	1.243,50	1.243,50	1.243,50							
<b>Custos de capital</b>											
Máquinas / equipamentos	350,00	350,00	350,00	350,00							
Instalações	400,00	400,00	400,00	400,00							
Soma parcial	750,00	750,00	750,00	750,00							
<b>Custos de transferência</b>				15.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Custos administrativos</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
<b>Custo total</b>	<b>42.565,44</b>	<b>42.565,44</b>	<b>42.565,44</b>	<b>57.565,44</b>	<b>16.000,00</b>						

(cont...)

Custos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos de transferência</b>	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
<b>Custos administrativos</b>	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
<b>Custo total</b>	<b>16.000,00</b>										

A mão-de-obra representou o principal componente dos custos durante a fase de pesquisa. Durante os primeiros três anos de geração da tecnologia os custos envolvendo a mão-de-obra de pesquisadores, técnicos agrícolas e manejadores representou mais de 70% do total anual dos custos de geração da tecnologia. Os custos operacionais foram compostos por alimentos (volumosos e concentrados), produtos veterinários, combustível e energia elétrica. Os principais custos de transferência foram publicações, dias de campo etc.

Os custos administrativos envolvem diversos setores que, de alguma maneira, contribuíram para a realização da pesquisa.

### 2.3 Análises de Benefício/Custo

Com o conhecimento dos benefícios e custos das tecnologias, é possível realizar análises de rentabilidade que vão justamente mostrar a viabilidade dos investimentos. Neste trabalho, foram calculados o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

O valor presente líquido, no ano  $t$ , é igual a um fluxo de benefícios gerados por um investimento menos o fluxo de custos deste investimento descontados por uma taxa de desconto apropriada. Se o valor presente líquido for positivo então o investimento é rentável.

$$VPL_t = VP(B)_t - VP(C)_t = \sum_{j=0} (B_{t+j} - C_{t+j}) / (1 + i)^j$$

Para o cálculo do VPL, nas análises das tecnologias, foi utilizada uma taxa de desconto de 12%, bastante utilizada em projetos de desenvolvimento financiados por organismos internacionais.

A taxa interna de retorno é a taxa que iguala o valor presente líquido a zero, ou seja, iguala o valor presente dos benefícios ao valor presente dos custos. A TIR é comparada com outras taxas do mercado, devendo ela ser superior a estas taxas para que o investimento seja considerado rentável.

$$0 = \sum_{j=0} (B_{t+j} - C_{t+j}) / (1 + TIR)^j$$

É interessante perceber que os benefícios da pesquisa agrícola aparecem geralmente a longo prazo, ao contrário dos custos da pesquisa que são mais imediatos. Dessa forma, as avaliações são *ex-post*, mas com elementos de uma avaliação *ex-ante*. A Figura 1 mostra, como um exemplo geral, o espaço de tempo onde se situam os fluxos de custos e benefícios dos investimentos em pesquisa.

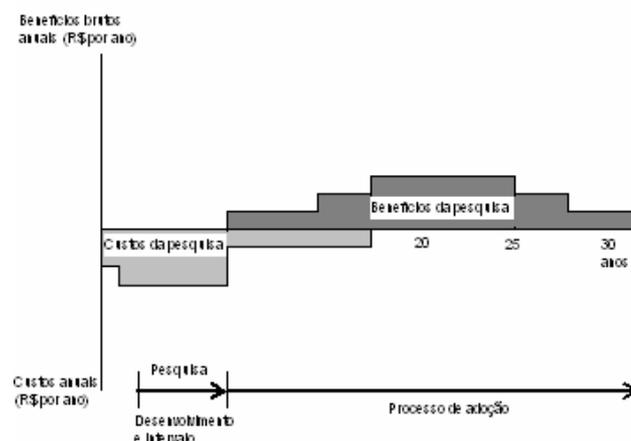


Figura 1: Fluxo de Benefícios e Custos da Pesquisa no Tempo  
Fonte: Pardey et al. (2002)

Nos Boxes 5 e 6 são apresentadas as análises benefício/custo das tecnologias *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas e Terminação de Cordeiros em Confinamento.

**Box 5 Análise de Benefício/Custo da tecnologia *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas**

Tabela 7 – Fluxo de Benefícios Líquidos da Tecnologia *Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas

<b>Anos</b>	<b>Fluxo de Benefícios</b>	<b>Fluxo de Custos</b>	<b>Fluxo de Benefícios Líquidos</b>
1988	0,00	14372,00	(14372,00)
1989	0,00	11664,00	(11664,00)
1990	0,00	13546,00	(13546,00)
1991	0,00	12292,00	(12292,00)
1992	0,00	5753,00	(5753,00)
1993	0,00	6033,00	(6033,00)
1994	0,00	2732,00	(2732,00)
1995	0,00	3682,00	(3682,00)
1996	0,00	4656,00	(4656,00)
1997	0,00	3804,00	(3804,00)
1998	0,00	4241,00	(4241,00)
1999	0,00	3871,00	(3871,00)
2000	0,00	3873,00	(3873,00)
2001	0,00	3642,00	(3642,00)
2002	0,00	3660,00	(3660,00)
2003	0,00	3660,00	(3660,00)
2004	14364,00	3660,00	10704,00
2005	24948,00	3660,00	21288,00
2006	91476,00	3660,00	87816,00
2007	148176,00	3660,00	144516,00
2008	151200,00	3660,00	147540,00
2009	165564,00	3660,00	161904,00
2010	176148,00	3660,00	172488,00
2011	242676,00	3660,00	239016,00
2012	299376,00	3660,00	295716,00
<b>TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>			<b>15,77%</b>
<b>VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), em Mil reais.</b>			<b>R\$ 45,768</b>

Valores corrigidos pelo IGP-DI, preços de 2003

Analisando-se as informações acima, constata-se que, apesar dos custos iniciarem em 1988 por ocasião do início da pesquisa, os benefícios ocorrem somente a partir de 2004.

Mesmo com o longo período entre o início da experimentação (1988) e início da obtenção da produção (2004), além da pequena área plantada, a tecnologia apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 15,77% e um Valor Presente Líquido (VPL), com taxa de desconto de 12% ao ano, de R\$ 45.768,00.

**Box 6 Análise de Benefício/Custo da Tecnologia Terminação de Cordeiros em Confinamento**

Tabela 8 – Fluxo de Benefícios Líquidos da Tecnologia Terminação de Cordeiros em Confinamento

<b>Anos</b>	<b>Fluxo de Benefícios</b>	<b>Fluxo de Custos</b>	<b>Fluxo de Benefícios Líquidos</b>
1995	0,00	42.565,44	-42.565,44
1996	0,00	42.565,44	-85.130,88
1997	0,00	42.565,44	-127.696,32
1998	0,00	57.565,44	-185.261,76
1999	0,00	16.000,00	-201.261,76
2000	0,00	16.000,00	-217.261,76
2001	180.000,00	16.000,00	-53.261,76
2002	198.000,00	16.000,00	128.738,24
2003	217.800,00	16.000,00	330.538,24
2004	239.580,00	16.000,00	554.118,24
2005	263.538,00	16.000,00	801.656,24
2006	289.891,80	16.000,00	1.075.548,04
2007	318.880,80	16.000,00	1.378.428,84
2008	350.769,60	16.000,00	1.713.198,44
2009	385.846,20	16.000,00	2.083.044,64
2010	424.431,00	16.000,00	2.491.475,64
2011	466.875,00	16.000,00	2.942.350,64
2012	513.563,40	16.000,00	3.439.914,04
2013	564.919,20	16.000,00	3.988.833,24
2014	621.410,40	16.000,00	4.594.243,64
2015	683.551,80	16.000,00	5.261.795,44
<b>TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>			36%
<b>VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), em Mil reais</b>			4.048,995

Valores corrigidos pelo IGP-DI, preços de 2003

A tecnologia foi gerada no período de 1995 a 1998, tendo sido lançada no ano de 1999 e sua adoção por parte dos usuários começou no ano de 2001. Assim, a partir do início da adoção foram considerados 15 anos.

Conforme pode ser visto, o fluxo dos benefícios líquidos passa a ser positivo logo após o início da adoção da tecnologia em 2001. Com uma TIR de 36,0% e um VPL de R\$ 4.048,995,00, com uma taxa de desconto de 12% ao ano, o processo de geração e difusão da tecnologia **Terminação de cordeiros em confinamento** representa uma opção eficiente de alocação de recursos.

### 3. Avaliação dos Impactos Ambientais

A avaliação de impactos da inovação tecnológica (avaliação ex post) na dimensão ambiental (mais apropriadamente dimensão ecológica) trata da estimativa de impactos de componentes de uma determinada estrutura no âmbito do estabelecimento rural. Especificamente avalia-se, à montante das atividades produtivas, o uso de insumos e de recursos naturais e, à jusante, a geração de resíduos, a alteração da qualidade ambiental, e a modificação e recuperação dos “habitats” e ecossistemas. A base conceitual e metodológica do Sistema Ambitec (Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária) está fundamentada numa ampla literatura sobre avaliação de impactos (AIs) que em grande parte está resumida e discutida nos trabalhos de Rodrigues (1998), Rodrigues et al. (2000, 2002, 2003a e 2003b) e Irias et al. (2003). Considera-se quatro aspectos de impactos ambientais de tecnologias agropecuárias: alcance, eficiência, contribuição à conservação ambiental e à recuperação dos “habitats” naturais. O objetivo é prover uma plataforma (MS-Excel<sup>®</sup>) prática, simples e de baixo custo na aplicação para todo espectro de tecnologias agropecuárias no contexto institucional de P&D. Seu enfoque é num conjunto de indicadores avaliados via coeficientes de alteração dos componentes de impactos obtidos localmente (entrevista/vistoria) junto ao usuário da tecnologia. O método é desenvolvido através de planilhas eletrônicas cujos coeficientes de alterações dos componentes são ponderados por fatores relativos a escalas de ocorrência que é fixa (pontual=1, local=2 e entorno=5) e de importância variável desde que some 1. Os coeficientes de alterações dos componentes são mensurados entre +3 (grande aumento) e -3 (grande diminuição) passando por +1 (moderado aumento), 0 (inalterado) e -1 (moderada diminuição).

A dimensão ambiental do Sistema Ambitec, permite avaliar impactos da inovação tecnológica no agronegócio para os segmentos “agropecuária” (Ambitec-Agro), “agroindústria” (Ambitec-Agroindústria) e “produção animal” (Ambitec-Produção Animal). No segmento “agropecuária” podem ser avaliadas todas aquelas tecnologias cuja expressão de impactos é realizada por unidade de área (por exemplo inovação numa cultura ou numa pastagem); no segmento “agroindústria” todas aquelas tecnologias cujos impactos podem ser expressos por estabelecimento agroindustrial (desenvolvimento de um corante, por exemplo); e no segmento “produção animal” por unidade animal sujeita à utilização da tecnologia (por exemplo o desenvolvimento de uma vacina).

Árvores de critérios ambientais<sup>5</sup> desenvolvidas especificamente para cada segmento expressam as relações entre aspectos (alcance, eficiência, conservação, recuperação e qualidade do produto), indicadores (uso de agroquímicos, atmosfera, recuperação ou qualidade do produto, etc.) e componentes ambientais (frequência de uso de pesticidas, erosão e resíduos químicos, etc).

Os valores dos coeficientes de alterações dos componentes combinados com os respectivos fatores de ponderações (ocorrência e importância) inseridos nas diferentes planilhas produzem coeficientes de impactos ambientais por indicadores na forma de tabelas e gráficos. Estes coeficientes ajustados para uma escala única e ponderados formam os indicadores de impacto ambiental que agregados produzem um “índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária em avaliação”. Todos estes quantitativos e gráficos são utilizados para fundamentar as avaliações de impactos ambientais da respectiva tecnologia.

---

<sup>5</sup> Exemplos podem ser vistos na página eletrônica da Embrapa Meio Ambiente ([www.cnpma.embrapa.br/servicos](http://www.cnpma.embrapa.br/servicos)).

Nos Boxes 7 e 8 estão as avaliações de impacto ambiental das duas tecnologias analisadas neste trabalho.

**Box 7 Avaliação de Impactos Ambientais (Ambitec – Agro)      Ano avaliado: 2003**  
**Tecnologia – Eucalyptus benthamii – tolerante a geadas severas**

Alcance da Tecnologia - A tecnologia visa, principalmente, ofertar madeira para energia nas regiões de ocorrência de geadas severas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Como a Embrapa Florestas é, ainda, a única produtora de sementes no Brasil (mesmo assim, ainda em quantidades insuficientes para atender as solicitações dos produtores rurais) e mudas (também insuficiente para atender a demanda), ela tem o controle total das mudas vendidas, dos produtores e das áreas plantadas até o ano de 2003. Isso totaliza 569 ha. Eucalyptus benthamii não foi testado em áreas livres e/ou com geadas mais amenas. No entanto, existem informações sobre plantios exploratórios no Vale do Rio Doce (MG), indicando que ela pode se constituir numa boa alternativa nessas áreas.

Eficiência Tecnológica - As informações geradas pelos plantios comerciais disponíveis indicam que a espécie em análise é uma alternativa segura para produção de madeira no planalto sul brasileiro.

Como o sistema de produção do Eucalyptus benthamii é igual ao usado para as demais espécies de Eucalyptus, a nova tecnologia não provoca alterações quanto ao uso de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes) e energia (combustíveis fósseis e biomassa).

Pelo fato do E. benthamii ser mais resistente ao frio, nas regiões de ocorrência de geadas, ele apresenta maior crescimento e, conseqüentemente, maior produtividade que as demais espécies do gênero para atender a demanda de lenha. Quanto ao uso de recursos naturais, E. benthamii requer menos terra que as demais espécies, para produzir uma determinada quantidade de matéria-prima, resultando num coeficiente de impacto de 0,4 com eficiência tecnológica positiva, resultado esse obtido através da aplicação do sistema Ambitec-Agro.

Conservação Ambiental - No aspecto da conservação ambiental da tecnologia, são analisadas as variáveis atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade, conforme segue:

- Atmosfera - com a maior produção de biomassa, ocorre uma maior captura de carbono, resultando na redução moderada de gases de efeito estufa no entorno. Nessa variável, a tecnologia apresenta um coeficiente ambiental positivo (2) e coeficiente inalterado para o caso de material particulado/fumaça, odores e ruídos.

- Capacidade produtiva do solo - analisando-se as variáveis da respectiva planilha (erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação), o plantio de E. benthamii, quando comparado com as demais espécies de eucaliptos, apresenta-se neutro em relação a essa variável;

- Água - E. benthamii, quando comparado com as demais espécies do gênero, não provoca alterações quanto à demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, espuma/óleo, materiais flutuantes e sedimento/assoreamento e, assim, não provoca alterações na qualidade da água;

- Biodiversidade - a maior garantia e o aumento da produção de madeira, em função da adoção da nova tecnologia, diminui a pressão sobre a vegetação natural remanescente do entorno que seria o principal alvo dos exploradores de lenha, provocando impacto ambiental positivo (2) na biodiversidade.

**Box 7 (cont...) Avaliação de Impactos Ambientais (Ambitec – Agro)**

**Ano avaliado: 2003**

**Tecnologia – Eucalyptus benthamii – tolerante a geadas severas**

Recuperação Ambiental - Nesse indicador, o sistema Ambitec-agro contempla as seguintes variáveis com os respectivos impactos ambientais: solos degradados (3), ecossistemas degradados (3), área de preservação permanente (10) e reserva legal (10). Como Eucalyptus benthamii vem sendo plantada, também, em solos degradados pela agricultura tradicional, a adoção da tecnologia no indicador "Recuperação Ambiental" apresenta um coeficiente de impacto, embora moderado, positivo de 14,4. Outra informação importante é que o eucalipto, em média, apresenta uma produtividade cerca de 4 vezes maior do que a média das florestas naturais. Com o plantio do E. benthamii, com maior produtividade e menores riscos de perdas com geadas ocorre maior produção de madeira e com isso é de se esperar que haja menor pressão (retirada de madeira) das áreas de preservação permanente e reserva legal.

Qualidade do Produto- A tecnologia apresenta uma das melhores espécies florestais de rápido crescimento em regiões de ocorrência de geadas severas. Com o plantio de E. benthamii são obtidas maiores produtividades e melhor garantia da produção e qualidade da madeira nessas regiões. Em função disso ocorre, também, maior captura de carbono por hectare e a tecnologia não deixa resíduos químicos e/ou contaminantes biológicos no ar ou solo.

Índice de Impacto Ambiental - Analisando os indicadores de impacto ambiental e os respectivos coeficientes de impacto do sistema (Ambitec-Agro), pode-se adicionar que o plantio de E. benthamii, em relação às demais espécies de eucalipto, não provoca alterações quanto ao uso de agroquímicos, energia, capacidade produtiva do solo (erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação) e água (demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, espuma/óleo, materiais flotantes e sedimento/assoreamento).

Nessa tecnologia, embora moderados, ocorrem impactos ambientais positivos quanto ao uso de recursos naturais, com um coeficiente de impacto de (2) já que o E. benthamii, com maior produtividade de madeira, usa menos o recurso solo. Impacto positivo ocorre, também, em relação à atmosfera (2) que, em função da maior produção de biomassa, ocorre maior captura de carbono. Outro indicador de impacto positivo e, portanto, desejável, está relacionado com a biodiversidade (2). Da mesma forma, o componente recuperação ambiental, também, apresenta coeficiente de impacto positivo (14,4). O índice de impacto ambiental pela adoção da inovação tecnológica é positivo de 2,55.

A adoção da nova tecnologia não apresenta impactos negativos em nenhuma das variáveis consideradas no sistema (Ambitec-Agro).

### **Box 8 Avaliação de Impactos Ambientais (Ambitec - Produção Animal)**

**Ano Avaliado: 2003**

**Tecnologia: Terminação de Cordeiros em Confinamento**

Alcance da Tecnologia - Abrangência aproximada da tecnologia refere-se ao total de ovinos abatidos anualmente, ou seja, 12 milhões de ovinos. Destes, até então, apenas em torno de 1,0% (120.000 animais) são acabados, anualmente, em confinamento. Essa baixa influência deve-se, em parte, pelo fato de que, no Semi-Árido, a tecnologia é empregada pelos produtores somente na época de escassez de alimentos (= época seca, ou seja, de julho a dezembro).

Eficiência Tecnológica - A eficiência tecnológica está baseada em indicadores criados a partir do uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

Considerando o indicador "uso de agroquímicos" a tecnologia representa uma diminuição da frequência de utilização de vermífugos (-1) e, conseqüentemente, uma diminuição de resíduos no produto (-1). Por outro lado, o uso da tecnologia representa um aumento significativo no uso de ração (+3), volumoso (+1) e aditivos/suplementos (+1). Assim, a menor frequência no uso de insumos veterinários e a conseqüente diminuição de resíduos tem seu efeito positivo neutralizado pelo grande aumento no uso de ração, além do aumento no consumo de volumoso e suplementos. Portanto, o impacto final do indicador "uso de agroquímicos" é 0.

No tocante ao uso de energia, a tecnologia não significa nenhuma alteração em relação à situação anterior ao uso da tecnologia. Portanto, o impacto ambiental resultante para este indicador também é 0.

Quanto ao uso de recursos naturais a tecnologia apresenta impacto ambiental positivo, tendo em vista que, mesmo necessitando de mais água para manejo (limpeza das instalações), a tecnologia reduz enormemente a área necessária para pastagem. Com isso, a tecnologia apresenta um impacto ambiental positivo neste indicador: +0,9. Porém, cabe ressaltar que, com o acabamento dos animais de forma confinada o produtor necessitará de mais madeira para a construção das baias de confinamento. Essa informação, até então, não está contemplada nos indicadores de avaliação de impacto ambiental no sistema (Ambitec-Produção Animal).

Conservação Ambiental - A contribuição da tecnologia para a atmosfera é neutra, visto que não há impactos diretos sobre a mesma que sejam diferentes do sistema de produção sem a adoção da tecnologia, portanto seu impacto é 0 neste indicador.

Por outro lado, a capacidade produtiva do solo é impactada de forma muito positiva, visto que, com o confinamento dos animais, tem-se uma redução dos riscos de erosão além de uma grande diminuição na compactação do solo, visto que não ocorre pastejo, pelo fato dos animais ficarem confinados numa pequena área. Com isso, esse indicador apresenta um coeficiente de impacto ambiental bem positivo (+4).

Quanto a conservação da água, a tecnologia reduz os assoareamentos e sedimentos, tendo em vista que os animais permanecem confinados e os seus resíduos são coletados, tratados e depois utilizados de forma racional como fertilizantes em áreas de cultivos e/ou pastagens. Neste indicador de impacto ambiental o coeficiente atingido pela tecnologia é +0,4.

**Box 8 (cont...) Avaliação de Impactos Ambientais (Ambitec - Produção Animal)****Ano Avaliado: 2003****Tecnologia: Terminação de Cordeiros em Confinamento**

No tocante a conservação da biodiversidade a tecnologia diminui as perdas de vegetação nativa, por não haver pastejo direto, além de, também, não destruir corredores de fauna silvestre dentro da unidade produtiva. Com isso, a tecnologia apresenta um coeficiente de impacto de +1,4 neste indicador.

Recuperação Ambiental- A tecnologia contribui para a recuperação de solos e ecossistemas degradados através da disponibilização de adubo orgânico, com excepcionais características para esse fim. Tendo em vista que esse efeito positivo é sobre a unidade produtiva como um todo (efeito local), seu coeficiente é de +0,8.

Índice de Impacto Ambiental - O índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica terminação de cordeiros em confinamento é positivo, alcançando +0,87 no sistema (Ambitec - Produção Animal).

Os principais impactos desejáveis sobre o meio ambiente são a redução da área necessária para pastagens, menor compactação do solo nas áreas de produção de forragem, menores perdas de biodiversidade e de corredores de fauna, recuperação de solos e ecossistemas degradados, e redução de resíduos químicos no produto final. Por outro lado, alguns impactos indesejáveis a serem considerados são o aumento da necessidade de ração, volumoso e suplementos, além da necessidade de uma maior quantidade de água para manejo (limpeza das instalações).

**4. Conclusão**

Este trabalho procurou mostrar, por meio das duas tecnologias apresentadas, que a pesquisa da Embrapa é parte importante na promoção do crescimento da economia brasileira, por meio do desenvolvimento da agricultura. Os impactos econômicos das duas tecnologias apresentadas são uma pequena amostra dos benefícios que o investimento em pesquisa agropecuária pode gerar. Dessa forma, mostra-se que a alocação de recursos em pesquisa agrícola, visando promover projetos eficientes, apresenta retornos positivos, conforme indicam as avaliações de impacto econômico.

Além disso, a Embrapa tem se tornado cada vez mais consciente da importância do desenvolvimento sustentável e, dessa forma, tem realizado avaliações de impacto ambiental das tecnologias que gera, buscando incentivar a agropecuária que é consciente da importância em conservar o meio ambiente.

## 5. Referências Bibliográficas

Ávila, Antônio Flávio Dias (org.). *Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais da Pesquisa da Embrapa: Metodologia de Referência*. Brasília: Embrapa-SEA, 2001. 164p.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. (Colombo, PR). *Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina*. Colombo: Embrapa-CNPf, 1988. 113p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 21).

Higa, A.R.; Carvalho, P.E.R. de. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, 1990, Campos do Jordão. *Anais*. São Paulo: SBS, 1990. p.459-461. Publicado em *Silvicultura*, v.3, n.42, 1990.

Irias, L. J. M., Rodrigues, G. S., Campanhola, C., Kitamura, P. C., Rodrigues, I. *Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 26 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica).(no prelo).

Masters, William et al. *The Economic Impact of Agricultural Research: A Practical Guide*. West Lafayette, IN: Department of Agricultural Economics, Purdue University, 1996. 45p.

Pardey, Philip G.; Vosti, Stephen A.; Alston Julian M.; Chan-Kang, Connie; Magalhães, Eduardo C. *Calculando e Atribuindo os Benefícios da Pesquisa de Melhoramento de Variedades: O Caso da Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 248p.

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

Rodrigues, G. S., Campanhola, C., Kitamura, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. *Environmental Impact Assessment Review* 23 (2003a) 219-244.

Rodrigues, G. S., Campanhola, C., Kitamura, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.19, n. 3, p.349-375, set./dez. 2002.

Rodrigues, G. S., Campanhola, C., Kitamura, P. C. *Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. 93 p. Embrapa Meio Ambiente. Documentos 34.

Rodrigues, G. S.; Buschinelli, C. C. de A.; Irias, L. J. M.; Ligo, M. A. V. *Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II: avaliação da formulação de projetos - versão I*. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa. 10. 2000. 28 p.

Wander, Alcido Elenor; Magalhães, Marília Castelo; Vedovoto, Graciela Luzia. Economic Impacts of New Technologies: A Case Study of EMBRAPA. In: 3rd International RECALL-Symposium-cum-Workshop: Globalization and Poverty - The Role of Science, 2003, Recife (PE). *Proceedings*. Recife (PE): RECALL, 2003, 10p.