



**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO
ALHO LIVRE DE VÍRUS - ALV**

Brasília, janeiro de 2018

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Data limite para o envio da Síntese do Relatório de Impactos: **31/01/2018**

Data limite para o relatório completo: **28/02/2018**

Ano de avaliação da tecnologia: 2017

Equipe de Avaliação:

Avaliação de impactos econômicos: Nirlene Junqueira Vilela

Avaliação de impactos sociais: Murilo Felipe Bueno

Avaliação de impactos ambientais: Carlos Eduardo Pacheco Lima

Unidade: Embrapa Hortaliças

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	4
1.1 DESCRIÇÃO SUCINTA	4
1.2 ABRANGÊNCIA	5
1.3 BENEFICIÁRIOS	5
1.4 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA.....	5
2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO	7
3 AVALIAÇÃO DE IMPACTO ECONÔMICO.....	9
4 AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIAL.....	17
4.1 O USO DA TECNOLOGIA DE “ALHO LIVRE DE VÍRUS – ALV” E A PESQUISA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO.....	17
4.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO	19
4.3 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO PARA A TECNOLOGIA ALV.....	20
4.3.1 Aspecto Emprego	20
4.3.2 Aspecto Renda.....	22
4.3.3 Aspecto Saúde	23
4.3.4 Aspecto Gestão e Administração.....	24
4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
5 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL	27
5.1 METODOLOGIA UTILIZADA	27
5.2 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL	28
5.2.1 Eficiência Tecnológica	28
5.2.2 Conservação ambiental.....	29
5.2.3 Recuperação ambiental.....	30
5.3 ÍNDICE AGREGADO DE IMPACTO AMBIENTAL MÉDIO	30
6 EQUIPE RESPONSÁVEL.....	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 Identificação da tecnologia

- a. **Nome/Título:** Alho Livre de Vírus
- b. **Ano de Lançamento:** 2002
- c. **Ano de Início de adoção:** 2003
- d. **Objetivo Estratégico PDE/PDU**

Objetivo Estratégico PDE/PDU

X	Competitividade e Sustentabilidade do Agronegócio
X	Inclusão da Agricultura Familiar
X	Segurança Alimentar – Nutrição e Saúde
X	Avanço do Conhecimento

1.1 Descrição sucinta

A tecnologia consiste na limpeza de bulbos de alho submetidos à termoterapia e cultivo de ápices caulinares in vitro para limpeza de vírus. As plantas regeneradas são indexadas e somente as livres de vírus são multiplicadas em condições controladas para prevenir a reinfecção. Depois desse processo, o material obtido (sementes) completamente livre de vírus, é repassado aos produtores para multiplicação em campo.

Vantagens comparativas: 1) **Ganhos de produtividade.** Quando comparada com o alho comum das variedades Amarante e Cateto Roxo, com produtividade média de 4 toneladas por hectare em área de pequeno produtor, a nova tecnologia de produção do alho livre de vírus possibilitou colheitas de 8 a 12 toneladas por hectare, gerando um ganho adicional de produtividade de mais de 100% em alguns casos. 2) **Excelente qualidade de bulbos,** superando em qualidade o alho tradicionalmente utilizado pelos produtores. 3) **Redução de custos.** A maioria dos vírus na cultura do alho é transmitida por insetos, ácaros que, se transmitem para a planta através dos bulbilhos sementes. A utilização da semente do alho livre de vírus (ALV) possibilitou a redução de aplicações de inseticidas e acaricidas em aproximadamente 30%. Adicionalmente, a redução nas aplicações de defensivos também proporcionou redução de mão-de-obra em aproximadamente 10%. Dessa forma, a redução de custos totais de produção proporcionada pela tecnologia somou 40%, aproximadamente.

1.2 Abrangência

Tabela 1. Área de abrangência da tecnologia.

Nordeste	Norte	Centro Oeste	Sudeste	Sul
AL	AC	DF X	ES X	PR
BA X	AM	GO X	MG X	RS
CE X	AP	MS	RJ	SC
MA	PA	MT	SP X	
PB	RO			
PE X	RR			
PI	TO			
RN X				
SE				

1.3 Beneficiários

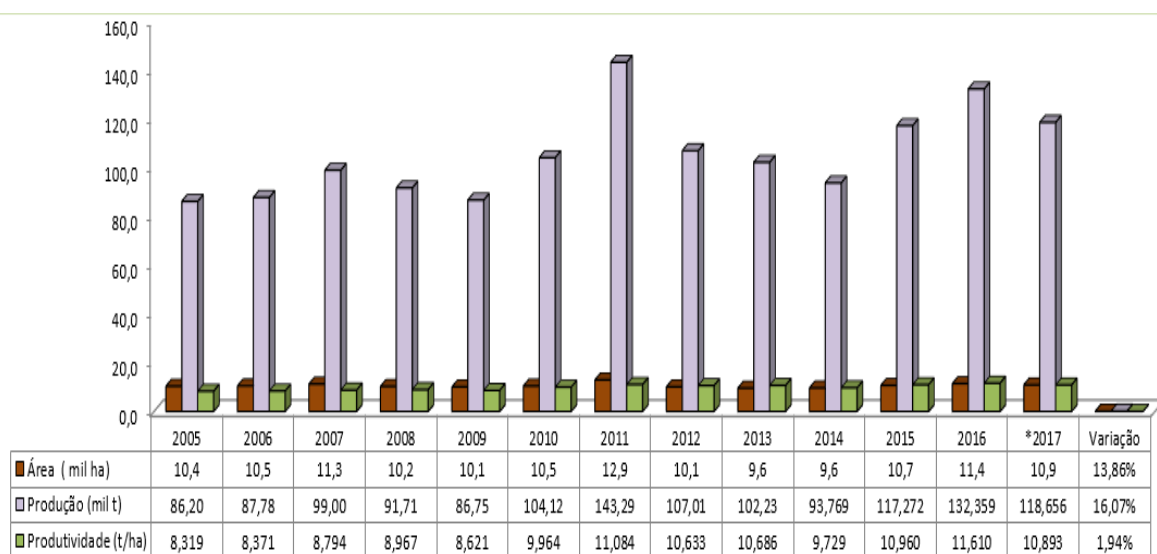
São beneficiários da tecnologia os agentes do agronegócio de alho, principalmente da Região Nordeste. Em particular, produtores de agricultura familiar, cooperativas, agroindústrias processadoras e governo, são amplamente beneficiados com a geração de emprego e renda pela tecnologia. Os Atacadistas e consumidores também se beneficiam de material de melhor qualidade (mais saboroso).

1.4 Identificação dos impactos na cadeia produtiva

A competitividade da cadeia produtiva de alho ainda tem sido atropelada pelo alto custo de produção, principalmente em relação a sementes. As mudanças climáticas influenciam ainda mais o aumento do custo de produção, uma vez que, os produtores precisam gastar mais para combater pragas e doenças que se multiplicam nas lavouras, quando há excesso de chuvas. De outro lado, secas prolongadas também produzem efeitos perversos na produção de alho, uma vez que o alho depende de irrigação e a falta de água nos mananciais, causam déficit hídrico na cultura com redução da produtividade. De toda forma, a produção interna não tem sido satisfatória para o abastecimento das necessidades de consumo e, com isso as necessidades de importações são recorrentes.

A China é o maior formador de preços no mercado mundial de alho e divulga diariamente as cotações praticadas para os diversos tipos de alho, nas quatro principais regiões produtoras do país: Jinxiang, na província de Shangdong; Pizhou, na província de Jiangsu; Qixian e Zhongmu na província de HeNan; e Cangshan, na província de Linyi.

A produção atual de alho no Brasil gira em torno de 118 milhões de quilos por ano, praticamente um terço do consumo interno (1,5 kg por habitante/ano), que é de, aproximadamente, 300 milhões de quilos por ano. No Brasil são cultivados 10,9 mil hectares distribuídos entre as Regiões Centro-Oeste, Sudeste, Sul e Nordeste. A produção interna responde por apenas 1/3 da demanda, sendo que o restante vem da China, com 70% das importações, seguido da Argentina e Espanha. Entretanto, comparando a safra do ano de 2013, com a de 2017 observa-se crescimento da área (13,3%), da produção (16,07%) e também da produtividade (1,94%), respectivamente (Figura 1).



Fonte: IBGE, 2018 (Produção Agrícola Municipal, 2016) e *Levantamento Sistemático da produção (2017)

Variação: Incrementos percentuais entre os anos 2013 a 2017

Figura 1. Produção de alho no Brasil nos anos de 2005 a 2017.

A contribuição da tecnologia para produção de alho livre de vírus teve um papel fundamental no crescimento da produção. O início da adoção da tecnologia ocorreu no município de Cristópolis na Bahia, onde antes, as lavouras de alho acometidas por viroses causavam pesados prejuízos aos produtores. Em parceria com as Secretarias Municipais de Agricultura e, utilizando a mesma base técnica dos produtores de alho daquela região, a área de adoção com a nova tecnologia expandiu rapidamente. Nos anos seguintes, o sucesso da produção de alho de Cristópolis, incentivou outros produtores baianos a adotarem a tecnologia que foi se incorporando aos sistemas de produção de alho de Cotegipe, Boninal, Novo Horizonte, Brotas de Macaúbas, Riachão das Neves e em todos os outros municípios da Bahia.

Atualmente, com a produção de 5.706 toneladas em uma área de 645 hectares, a produtividade média do alho no estado da Bahia que era de 4 toneladas por hectare/ano antes da introdução da tecnologia passou para 8,8 toneladas por hectare, no ano de 2017.

Em outros estados como Minas, Gerais, Ceará e Piauí, a introdução das técnicas de produção de alho livre de vírus, em franca expansão, já conta com uma área de adoção de 485 hectares nesses estados.

No Brasil, com a intervenção de maior avanço tecnológico nos sistemas de produção, a produtividade média do alho cultivado com sementes livre de vírus passou para 14,5 t/ha enquanto a tecnologia tradicional mudou para 10,6 t/ha. Assim, os ganhos de produtividade da tecnologia de produção do alho livre de vírus superaram a tecnologia tradicional em mais de 36%. A área total com adoção da tecnologia de produção de alho livre de vírus no Brasil em 2017 foi de 1.330 hectares que representou uma contribuição de 12,2% para a área total de alho (10.893 hectares). Na safra de 2017, o total da produção das áreas com alho livre de vírus foi de 19.285 toneladas que contribuíram com 16,2% para a produção total de alho (118.656 toneladas).

Na Bahia, de acordo com informações da EPABA (Empresa de Pesquisa Agropecuária Baiana), a concorrência predatória do alho chinês expulsou a produção de alho nobre da Bahia, restando apenas o alho produzido por pequenos produtores (todos adotantes da tecnologia de produção do alho livre de vírus) que, atualmente é classificada como de excelente qualidade. No estado da Bahia, isoladamente, a contribuição da tecnologia de produção do alho livre de vírus foi de R\$26.157 mil. No Brasil, considerando a área total com o alho livre de vírus (1330 ha) a renda adicional gerada foi de R\$ 181.279 mil, o que equivale a 14,03% em contribuição para o valor total da safra de alho (IBGE, 2017).

2. Avaliação de impacto

Avaliação é o processo que consiste em emitir juízos de valor sobre as atividades e resultados de uma política, estratégia ou projeto. Envolve, necessariamente, construir uma descrição detalhada e precisa do desempenho de um programa e comparar com um critério ou padrão pré-estabelecido para julgá-lo.

Os impactos são as mudanças diretamente atribuíveis ao programa e constitui o resultado dos beneficiários depois de sua participação, subtraído do resultado de que esses mesmos beneficiários teriam se não tivessem participado. Sendo este um problema de inferência causal, haja visto que não podemos calcular o impacto de um tratamento para um

indivíduo porque não podemos observar o mesmo indivíduo nos dois estados (com e sem o tratamento, neste caso a tecnologia).

Para avaliar o impacto de um programa precisamos de uma estimativa do nosso contrafactual, que se caracteriza como o resultado que os mesmos participantes de um programa teriam obtido em um mesmo momento do tempo, mas no caso hipotético de não participarem do programa.

Assim, a Avaliação de Impacto busca uma evidência causal para responder algumas perguntas básicas (Enap, 2017):

- a) O programa teve os efeitos esperados sobre os beneficiários?
- b) Esses efeitos se mantiveram com o tempo?
- c) Todos os componentes do programa ou projeto são necessários para se obter impacto?
- d) Alguns grupos de beneficiários ou região estão mais afetados pela intervenção do que outros?
- e) Existem efeitos adversos não planejados?

Em resumo, busca avaliar se o programa alcançou os objetivos para os quais foi desenhado. Obviamente, em um cenário de adoção da tecnologia, muitos fatores incorrem no sentido de se dificultar esta medição. Problemas advindos da confiabilidade do impacto estimado. Assim, surgem perguntas, tais como:

- a) Estamos isolando o efeito do programa de outros elementos relevantes?
- b) Qual é a estratégia de identificação causal?
- c) Estamos trabalhando com grupos comparáveis?

A metodologia empregada neste estudo é um método não experimental. Baseia-se em uma medição do “Antes e Depois”, pois mede como os participantes do programa mudam ao longo do tempo. É uma avaliação feita por entrevistas em que é extraída a percepção do produtor para as variáveis de interesse, não existindo um grupo de tratamento e outro de controle que recebem a tecnologia. O grupo de controle são os mesmos participantes antes da adoção da tecnologia. Parte-se da premissa de não haver fatores relevantes no tempo que afetem os resultados, além do próprio programa.

Torna-se importante salientar a necessidade de se evoluir nos métodos de avaliação de impacto, pois diferentes métodos apresentam resultados diversos. Isto implica em esforços e

recursos financeiros, de modo a permitir uma maior amostragem, que gere maior poder estatístico, possibilitando até a adoção de avaliações aleatorizadas, que se constituem em métodos mais confiáveis para se estimar um impacto de uma tecnologia. Estes tipos de avaliações permitem uma melhor comparação entre os grupos de tratamento e controle, devido a uma maior similaridade entre eles.

Por outro lado, outras avaliações também deverão ser muito demandadas, tais como avaliação de necessidades, teórica e de processos. Essas permitirão esclarecer, dentre outros pontos, se o projeto está sendo adotado corretamente, segundo o planejado e se cumpre os padrões desejados.

Avaliações de Impacto bem estruturadas tomam tempo e consomem muitos recursos. Para tal, é necessário pensar na avaliação de um programa ou projeto, utilizando-se a evidência e conferindo a validade externa de outras avaliações.

3. Avaliação de impacto econômico

Utilizou-se o modelo do ‘Excedente do Produtor’ para estimar os impactos econômicos gerados, conforme Manual de orientação da Embrapa, 2002.

As fontes de informações utilizadas nessa avaliação de impactos econômicos foram as publicações do IBGE e apontamentos de visitas técnicas às áreas de produção pelo do Pesquisador Francisco Vilela de Resende - Embrapa Hortaliças. Não foi possível realizar as visitas da equipe avaliadora nas áreas de produtores e nem telefonemas para agentes do agronegócio de alho devido à contenção de gastos pela Embrapa.

Tabela 2. Benefícios econômicos por incremento de produtividade na região.

Ano	Rendimento Anterior (Kg/ha)	Rendimento Atual (Kg/ha)	Preço Unitário (R\$/Kg)	Custo Adicional (R\$/ha)	Ganho Unitário (R\$/ha)	Participação da Embrapa (%)	Ganho Líquido Embrapa (R\$/ha)	Área de Adoção (ha)	Benefício Econômico (R\$)
	(A)	(B)	(C)	(D)	$E=[(B-A)xC]-D$	(F)	$G=(ExF)$	(H)	$I=(GxH)$
2002	4.000	4.000	2,50	0	0	70%	0	2	0
2003	4.000	8.000	3	12.000	0	70%	0	4	0
2004	4.200	8.000	3,50	11.546	1.754	70%	1.228	12	14.734
2005	4.200	8.000	3,80	11.223	3.217	70%	2.252	80	180.152
2006	4.200	8.000	4	10.700	4.500	70%	3.150	122	384.300
2007	4.200	8.000	4,30	10.000	6.340	70%	4.438	456	2.023.728
2008	6.000	9.000	4	0	12.000	70%	8.400	510	4.284.000
2009	7.200	9.200	4,25	0	8.500	70%	5.950	620	3.689.000
2010	7.500	10.500	4,50	0	13.500	70%	9.450	850	8.032.500
2011	8.000	11.000	6,50	0	19.500	60%	11.700	920	10.764.000
2012	9.000	13.200	7,20	0	30.240	60%	18.144	996	18.071.424
2013	8.000	12.500	7,60	0	34.200	60%	20.520	892	18.303.840
2014	10.300	14.460	7,8	0	32.448	60%	19.469	985	19.176.768
2015	10.200	14.420	8,2	18.250	16.354	60%	9.812	910	8.929.284
2016	10.500	14.500	8,7	19.500	15.300	60%	9.180	1.275	11.704.500
2017	10.600	14.500	9,4	12.850,	23.810	60%	14.286	1.330	19.000.380

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3. Benefícios econômicos por redução de custos.

Ano	Custos Anterior (R\$/ha)	Custo Atual (R\$/ha)	Economia Obtida (R\$/ha)	Participação da Embrapa (%)	Ganho Líquido Embrapa (R\$/ha)	Área de Adoção (ha)	Benefício Econômico (R\$)
	(A)	(B)	$C=(A-B)$	(D)	$E=(CxD)$	(F)	$G1=(ExF)$
2002	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	2	5.600
2003	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	4	11.200
2004	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	12	33.600
2005	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	80	224.000
2006	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	122	341.600
2007	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	456	1.276.800
2008	12.000	8.000	4.000	70%	2.800	510	1.428.000
2009	13.200	9.200	4.000	70%	2.800	620	1.736.000
2010	13.300	10.330	2.970	70%	2.079	850	1.767.150
2011	13.500	10.500	3.000	50%	1.500	920	1.380.000
2012	14.200	11.000	3.200	50%	1.600	996	1.593.600
2013	16.920	13.000	3.920	50%	1.960	892	1.748.320
2014	24.956	14.150	10.806	50%	5.403	985	5.321.955
2015	23.356	14.500	10.856	50%	5.428	910	4.939.320
2016	25.572	14.816	10.756	50%	5.378	1.275	6.856.644
2017	26.560	15.300	11.260	50%	5.630	1.330	7.487.900

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4. - Benefícios econômicos devido a expansão da produção em novas áreas.

Ano	Renda com Produto Anterior (R\$/ha)	Renda com Produto Atual (R\$/ha)	Renda Adicional Obtida (R\$)	Participação da Embrapa (%)	Ganho Líquido Embrapa (R\$/ha)	Área de Adoção (ha)	Benefício Econômico (R\$)
	(A)	(B)	C=(B-A)	(D)	E=(CxD)	(F)	G=(ExF)
2002	10.000	10.000	0	50	0	2	0
2003	12.000	24.000	12.000	50	6.000	4	24.000
2004	14.700	28.000	13.300	50	6.650	12	79.800
2005	15.960	30.400	14.440	40	5.776	80	462.080
2006	16.800	32.000	15.200	30	4.560	122	556.320
2007	18.060	34.400	16.340	30	4.902	456	2.235.312
2008	24.000	36.000	12.000	20	2.400	510	1.224.000
2009	30.600	39.100	8.500	25	2.125	620	1.317.500
2010	33.750	47.250	13.500	15	2.025	850	1.721.250
2011	52.000	71.500	19.500	15	2.925	920	2.691.000
2012	64.800	95.040	30.240	15	4.536	996	4.517.856
2013	60.800	95.000	34.200	10	3.420	892	3.050.640
2014	80.340	112.788	32.448	10	3.244,80	985	3.196.128
2015	83640	118.244	34.604	10	3.460	910	3.148.964
2016	91.350	126.150	34.800	10	3.480	1.275	4.437.000
2017	99.640	136.300	36.660	10	3.666	1.300	4.765.800

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1 Análise dos impactos econômicos

No Brasil a tecnologia de produção do alho livre de vírus, lançada em 2002, contemplou, no mesmo ano de seu lançamento, 2 hectares de unidades de validação na Bahia e em Minas Gerais que implicaram em custos adicionais, no período de 2003 e 2007. Nessa época, os produtores e instituições parceiras incorreram em custos iniciais complementares com despesas de construção e instalação de telados e custos adicionais com insumos e serviços para produção das sementes. Com o passar do tempo esses custos foram reduzindo na medida em que os produtores começaram a cultivar suas próprias sementes, utilizando a técnica de produção de alho livre de vírus. A partir de 2008, os produtores adotantes com apoio das Prefeituras Municipais passaram a construir sua própria estrutura produtiva. Até 2012 a área de adoção do alho livre de vírus apresentou franca expansão na região Nordeste, chegando a alcançar 996 hectares. Entretanto, mudanças climáticas que provocaram secas prolongadas no Nordeste e, conseqüente restrição de água para irrigação prejudicou a cultura

levando a retração da área para 892 hectares. Comparando a produção do alho livre de vírus cultivar 'Cateto roxo' com a produção do alho comum, constataram-se significativas vantagens comparativas da nova tecnologia, principalmente, em ganhos de produtividade, qualidade e redução de custos. Em ganhos de produtividade, os rendimentos médios do alho livre de vírus em 2017 foram de 14,5 toneladas por hectare enquanto outros materiais de alho comum alcançaram o máximo de 10,6 toneladas por hectare. Ao preço médio recebido pelo produtor de R\$ 9,4 Kg, o ganho unitário gerado pela nova tecnologia foi de R\$ 23,810 mil por hectare, o que, por sua vez, geraria ganhos regionais de 31.667,3 mil. Entretanto, não se pode desconsiderar o importante papel que outras empresas e produtores tiveram nesse processo de geração e transferência da tecnologia, por essa razão atribuiu-se à Embrapa 60% dos ganhos de produtividade gerados pela tecnologia que resultou a renda adicional de R\$19.000,3 mil em benefícios econômicos apropriados pela sociedade.

Além dos ganhos de produtividade, a nova tecnologia proporcionou significativa redução de custos (37,0%), devido à redução nas aplicações de agrotóxicos e mão-de-obra necessária às aplicações desses produtos. A economia gerada foi estimada em R\$ 5.630 por hectare que multiplicado pela área de adoção aumentou a renda adicional em R\$ 7.487,9 mil transferidas para a sociedade na forma de benefício econômico.

A nova tecnologia também impactou a expansão da produção que gerou renda adicional de R\$ 1.300 por hectare, considerando a contribuição da Embrapa de 10% que, resultou no benefício econômico para a sociedade de R\$ 4.765,8 mil.

A agregação de valor não se aplica ao caso, embora a técnica de produção de alho livre de vírus apresente bulbos de qualidade superior, o mercado não tem considerado este parâmetro como agregação de valor explícito. No total, os benefícios econômicos somaram R\$ 31.254,0 mil que a Embrapa transfere para a sociedade como renda adicional gerada pela adoção da tecnologia de produção do alho livre de vírus.

A análise dos investimentos públicos alocados nas atividades de pesquisa e transferência de tecnologia da produção de alho livre de vírus gerou uma relação benefício/custo de R\$19,27 para cada real investido na geração e transferência da tecnologia. O fluxo de gastos alocados nas atividades de pesquisa com alho e o valor dos benefícios gerados pelo produto final (tecnologia) retornou para a sociedade o valor presente líquido de R\$ 39.412 mil, calculado pela taxa de desconto de 6%aa (rendimento da poupança). A taxa interna de retorno (TIR) que mede o custo de oportunidade da aplicação de recursos públicos na

pesquisa foi de 39,5%. Isto indica que a alocação de recursos na pesquisa de alho foi melhor do que qualquer outra alternativa de aplicação no mercado financeiro ou de capital.

O fator de grande relevância foi o licenciamento da mesma para empresas privadas que promoveram a venda de sementes de alho livre de vírus. Aberto através de um edital público, o processo selecionou três empresas privadas, parceiras da Embrapa, que estão empenhadas em disponibilizar a tecnologia.

3.2 Fonte de dados

Apontamentos realizados pelo Pesquisador Francisco Vilela através de entrevista direta com técnicos da extensão rural do Estado da Bahia para levantamento de informações sobre o comportamento da técnica de produção do alho livre de vírus e do IBGE (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola e Levantamento Sistemático da Produção). Demais contatos com produtores e agentes do agronegócio não foi possível devido a contenção de gastos pela Embrapa.

3.3 Custos da tecnologia

3.3.1 Estimativas dos custos

Tabela 4. Custo de transferência da tecnologia (em R\$).

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
1992	130.991	43.935	911	8.787	0	184.624
1993	133.534	53.025	987	10.605	0	198.151
1994	143.734	49.278	1.063	9.856	0	203.931
1995	147.861	49.591	1.139	9.918	0	208.509
1996	155.866	43.228	1.215	8.646	0	208.955
1997	164.548	44.137	1.291	8.827	0	218.803
1998	180.194	33.205	1.367	6.641	0	221.407
1999	192.340	40.750	1.504	8.150	41.600	284.344
2000	194.500	52.000	1.590	10.400	42.400	300.890
2001	196.700	43.200	1.640	8.640	44.568	294.748
2002	155.650	36.570	1.690	7.314	53.400	254.624
2003	123.700	32600		3.260	43.200	202.760
2004	119.600	21500		2.150	41.350	184.600
2005	113.600	18.900		1.890	62.300	196.690
2006	118.600	23.560		2.356	59.800	204.316
2007	100.900	18.500		1.850	67.540	188.790
2008	95.500	12.300		1.230	41.350	150.380
2009	96.318	22.670		2.267	22.300	143.555
2010	94.250	19.678		1.967,8	19.600	135.496
2011	99.719	18.690		1.869	23.569	143.847
2012	96.758	25.789		2.578,9	22.450	147.576
2013	98.346	16.789		1.678,9	14.600	131.414
2014	102.324	13.450		1.345	9.867	126.986
2015	124.350	16.245		1.624,5	12.800	155.020
2016	125.283	19500		2820	18500	166103
2017	133175	20729		2998	19666	176568

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos sistemas gerenciais da Embrapa.

3.3.2 Análise dos Custos

Mesmo depois de gerada a tecnologia, a Embrapa Hortaliças continuou incorrendo em custos com multiplicação de sementes e, principalmente, com transferência de tecnologia. Divulgação em congressos, viagens, hospedagens e impressão de folders, visitas técnicas que em 2017 custaram aos cofres da Embrapa o valor de R\$ 176.568. Esses custos levantados dos projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia foram distribuídos em custos de pessoal (75,42%), outros custeios (11,74%) Custos administrativos (1,70%) e de transferência de tecnologia (11,14%).

Diversas áreas do conhecimento agrônômico, tais como virologia, cultura de tecidos, melhoramento e fitotecnia e extensão foram envolvidas no desenvolvimento da tecnologia e, assim, foram imputados os gastos com o tempo despendido de cada pesquisador e pessoal operacional (técnicos agrícolas e pessoal de campo). A pesquisa foi desenvolvida em parceria com instituições da Argentina (CAB) e nesse trabalho foram incluídos somente os custos da Embrapa Hortaliças. Dessa forma, os custos diretos da pesquisa envolvendo viagens para diagnósticos e gastos com limpeza de vírus nos laboratórios de virologia, cultura de tecidos e implantação de telados foram reduzindo gradativamente com o tempo. A partir do ano 2000, iniciaram-se a implantação das unidades de validação. Na estimativa dos custos consideraram-se as diárias de visitas de pesquisadores e pessoal da área de transferência mesmo depois do lançamento da tecnologia em 2002.

3.3.3 Análises de rentabilidade

Tabela 5. Análise de rentabilidade da tecnologia.

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
39,5%	19,27	R\$ 39.412,70

Analisou-se os investimentos alocados na geração e transferência da tecnologia de produção de alho livre de vírus no período de 2002 até 2017 utilizando-se a taxa de desconto de 6% ao ano (Taxa de remuneração do capital aplicado na poupança), foram calculados a taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL) e a relação Benefício custo (B/C).

A técnica de produção de alho livre de vírus, implantada na área de produtores das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste gerou uma taxa interna de retorno de 39,5% ao ano. A TIR mostrou-se favorável, uma vez que superou o rendimento de todas as taxas de remuneração do capital existente no mercado. A TIR indica se os recursos públicos alocados nas atividades de pesquisa e transferência de tecnologia foram aplicados na melhor alternativa de aplicação do capital levando-se em conta as melhores remunerações oferecidas pelo mercado financeiro ou de capital. Assim, a nova tecnologia é economicamente viável se o indicador fornecido pela TIR for maior do que alternativas de aplicação do capital. Em caso contrário, a tecnologia deve ser rejeitada, a menos que tenha impactos sociais e ambientais positivos e relevantes que compensem o investimento. Neste caso, a TIR calculada em 39,3%

confirma que o retorno da tecnologia de produção de sementes alho livre de vírus foi economicamente rentável para a sociedade.

O VPL da nova tecnologia, tendo em vista o fluxo de custos e benefícios foi calculado em R\$ 39.112,70. Quando o VPL é positivo, isso significa que o projeto agrega valor, ou seja, o investimento está sendo remunerado a uma taxa de retorno (TIR) superior ao custo de capital. Neste caso, o VPL confirma que os recursos públicos alocados nas atividades de pesquisa e transferência de tecnologia foram compensados com benefícios para a sociedade.

4. Avaliação de impacto social

4.1 O uso da tecnologia de alho livre de vírus (ALV) e a pesquisa de avaliação de impacto

Este estudo procurou avaliar a tecnologia em diferentes regiões do Brasil, entretanto, sem o intuito de fazer comparativos entre elas. A principal cultivar utilizada na tecnologia de eliminação de vírus por cultivo in vitro de ápices caulinares é a variedade BRS Hozan. Diferencia-se das cultivares de alho comum nas regiões produtoras por possuir dentes maiores e em menor número. Como os demais materiais de alho comum, a cultivar não necessita de vernalização para a produção.

O processo de limpeza dos ápices caulinares, chamado de alho livre de vírus, é extremamente importante dado que a degenerescência do alho provocada por vírus, tem reduzido drasticamente a produtividade, principalmente em áreas de pequenos produtores.

A cultivar Cateto-roxo é a mais indicada para produtores que cultivam alho na região Nordeste, em regiões de altitude acima de 500 m. Na região Sudeste, em especial no estado de Minas Gerais, a cultivar mais utilizada é a Amarante, assim como no estado do Paraná. No Rio Grande do Sul e Santa Catarina as cultivares de alho comum são mais indicada para as regiões litorâneas enquanto que as de alho nobre são recomendadas para regiões de altitude (Embrapa Hortaliças, 2012).

A cultura do alho tem grande relevância social, atualmente é produzido em uma área estimada de 10,9 mil ha no país, com produtividade média de 10,8 t/ha (CNA, 2017). Somente a Bahia responde por uma área de aproximadamente de 650 ha. Em Minas Gerais, outro estado alvo da pesquisa, responde por uma área estimada de 3.200 ha de produção de alho (IBGE, 2017).

Na avaliação de impactos sociais foi utilizada a metodologia do Ambitec-Social associada a entrevistas abertas com o apoio de perguntas orientadoras. Tais perguntas foram

elaboradas com base em relatórios de impactos anteriores, publicações do projeto e experiência das equipes de pesquisa e transferência envolvidas nas atividades desenvolvidas na região da Bahia, Minas Gerais e Piauí, onde o projeto tem forte atuação junto a agricultores familiares. Foram aplicados 10 questionários por telefone junto a produtores (4), extensionistas (5) e um presidente de Associação de produtores. Estas entrevistas foram aplicadas entre os dias 18 e 29 de setembro de 2017.

Em Minas Gerais, foram realizadas entrevistas em 4 municípios: Capim Branco, Bom Jesus do Amparo, Gouveia e Ouro Branco. À exceção desta última, os demais municípios são de população estimada de até 10.000 habitantes, e salário médio mensal dos trabalhadores formais de até 1,5 salários, com população ocupada variando de 10 a 15% (IBGE, 2017). O percentual de dependência de receitas de fontes externas nestes municípios varia de 70 a 85%.

Foi entrevistado um extensionista de Gouveia-MG, que afirma que esse é o segundo ano da cultura do alho na região e, embora os resultados sociais ainda não tenham sido plenamente observados, verificou-se uma maior aceitação da cultura e prognóstico de aumento da área plantada.

Em Bom Jesus do Amparo e em Ouro Branco, a cultura do alho já é fonte alternativa de renda, pois os produtores só recebiam renda proveniente do cultivo do milho e do feijão, conforme explicado por outro extensionista. Ademais, já existem iniciativas para instalação de agroindústrias de processamento do alho. Em Capim Branco, que já foi um município de expressividade na região e deixou de ser pela perda de produtividade em função da degenerescência do alho pela contaminação viral, tem-se observado aumento da produtividade na cultura de alho com a adoção da tecnologia que propõem o retorno da atividade. Também se observa o maior número de treinamentos de produtores para a produção orgânica.

Na Bahia, foram entrevistados produtores e extensionistas de Cristópolis, Novo Horizonte, Brotas de Macaúbas e Riachão das Neves. Em geral, estes municípios possuem população de 10 a 15 mil habitantes, com salário médio mensal dos trabalhadores formais de 1,4 salários, população ocupada de 3 a 5% e percentual de receitas oriundas de fontes externas em torno de 95%. São municípios que ainda carecem de atividades econômicas sustentáveis e que gerem empregos e receitas locais.

Dentro deste contexto, a cultura do alho no centro-oeste baiano teve forte expressão nos últimos anos. Além das condições de clima e solo favoráveis para a produção, destaca-se a forte participação familiar na produção, tendo atualmente mais de 150 famílias trabalhando, destinando em média de 1 a 2 hectares de suas propriedades para o plantio.

Por último, também foi entrevistado o presidente da Associação de Produtores de Alho de Picos - PI. Este município possui população em torno de 75 mil habitantes, salário médio mensal dos trabalhadores formais em torno de 1,6 salários mínimos, população ocupada de 20% e percentual das receitas oriundas de fontes externas em torno de 80%.

Nesta região já está em andamento um projeto de revitalização da cultura do alho, viabilizadas pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -Sebrae em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - Senar. Este projeto tem viabilizado a transferência da tecnologia do Alho Livre de Vírus para a cultura em Picos. Conforme este entrevistado, a renda proveniente da atividade vem tendo constantes incrementos, juntamente com as melhorias de condições de comercialização e relacionamento institucional dos produtores, refletindo em melhoria das condições sociais como um todo para as famílias envolvidas na produção.

4.2 Metodologia de avaliação de impacto

Segundo Ávila e Vedovoto (2008), o procedimento de avaliação do sistema Ambitec-Social consiste em solicitar ao adotante/responsável da tecnologia que indique a direção (aumenta, diminui, ou permanece inalterado) dos coeficientes de alteração dos componentes para cada indicador (variando de -3 a +3), dos diferentes aspectos (renda, saúde, gestão e emprego), em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à sua situação.

As matrizes do sistema incluem ainda fatores de ponderação, que se referem à importância do componente para a formação do indicador e à escala geográfica de ocorrência da alteração do componente. A escala de ocorrência explicita o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia.

Assim, esta escala pode ser Pontual - quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao ponto de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo a alteração; Local - quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação; e no Entorno - quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento. A eles são atribuídos os fatores de ponderação 1, 2 e 5, respectivamente.

Após a aplicação das entrevistas e tabulação dos dados nas matrizes, chegamos ao cálculo do coeficiente de impacto para cada indicador referente aos aspectos abordados na

avaliação social. Por último, após a somatória destes coeficientes multiplicados pelos fatores de ponderação de cada indicador, chegamos ao Índice de Impacto da inovação tecnológica.

Tanto o índice de Impacto Social quanto os coeficientes de cada indicador já se encontram em uma escala normalizada para uma escala que varia de -15 a +15.

Segue o exemplo de uma matriz para o indicador *Oferta de emprego e condição do trabalhador*. Podemos identificar os componentes deste indicador (Temporário, Permanente, Parceiro/Meeiro e Familiar), os fatores de ponderação k para cada componente, a escala de ocorrência com o seu respectivo peso e também o quanto que cada componente do indicador foi alterado. Ao final temos o coeficiente de impacto para este indicador, sendo neste exemplo igual a 1,3, conforme pode ser observado na Tabela 5:

Tabela 6. Coeficientes de alteração da oferta de emprego

Oferta de emprego e condição do trabalhador			Condição do trabalhador				Averiguação fatores de ponderação
			Temporário	Permanente	Parceiro / Meeiro	Familiar	
Fatores de ponderação k			0,1	0,2	0,35	0,35	1
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual	1					
	Local	2	3	0	0	1	
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			0,6	0	0	0,7	1,3

Fonte: Metodologia Ambitec: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1422/ambitec-agro---software-ambitec-agro>>

4.3 Resultados da avaliação de impacto para a tecnologia ALV

4.3.1 Aspecto emprego

O aspecto emprego baseia-se na análise de quatro indicadores: (1) capacitação; (2) oportunidade de emprego local qualificado; (3) oferta de emprego e condição do trabalhador; e (4) qualidade do emprego, conforme mostra a Tabela 6.

O indicador capacitação diz respeito ao tipo e ao nível da capacitação. O indicador Oportunidade de emprego local qualificado pondera a origem do trabalhador ocupado e também a qualificação exigida para o emprego proporcionado pela inovação tecnológica. O indicador oferta de emprego e condição do trabalhador aborda a alteração na oferta quantitativa de emprego por força da adoção da inovação tecnológica, segundo o tipo de recrutamento demandado.

Por fim, o indicador qualidade no emprego refere-se a todos os trabalhadores do estabelecimento, engajados em consequência da inovação tecnológica. O emprego é qualificado segundo os principais parâmetros legais de atendimento a condições básicas, como idade mínima, jornada máxima de trabalho, formalidade e auxílios e benefícios previstos pelas leis trabalhistas brasileiras.

Tabela 7. Resultado da Avaliação de Impacto média de 10 entrevistados quanto aos respectivos indicadores referentes ao “Aspecto emprego”.

Indicadores de Emprego	Se aplica (Sim/Não)	Coefficiente
Capacitação	Sim	5,03
Oportunidade de emprego local qualificado	Sim	1,08
Oferta de emprego e condição do trabalhador	Sim	1,00
Qualidade do emprego	Sim	0,15

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados dos coeficientes dos indicadores da dimensão Emprego revelam uma razoável alteração positiva do aspecto em avaliação. Foram realizadas diversas capacitações de curta duração, essencialmente para o nível básico e técnico, em sua maioria de 8h de duração. São cursos básicos para aprendizado e manejo da tecnologia, no que se refere ao preparo das sementes livres de vírus. Em geral, estes cursos básicos tiveram ampla participação dos produtores locais, muitas vezes realizados pelos pesquisadores da Embrapa Hortaliças e participação de extensionistas.

Quanto ao indicador de oportunidade de emprego, verificou-se a vinda de trabalhadores de municípios vizinhos, principalmente para as atividades de colheita da cultura. Também se percebe um aumento dos trabalhos braçais qualificados, conforme aumenta a demanda por processamento mínimo do produto. Não obstante, o acréscimo de postos de trabalho é de caráter temporário e ainda não se dispõe de dados quanto aos aspectos de qualidade do emprego e benefícios trabalhistas.

Ainda que tenham sido observados acréscimos no contingente de trabalhadores braçais, pouca alteração se fez presente quanto ao aspecto qualidade do emprego, em relação à legislação trabalhista e benefícios. Ou seja, infere-se que os empregos gerados são em sua maioria temporários e informais.

4.3.2 Aspecto renda

O aspecto renda consiste de três indicadores: (1) geração de renda do estabelecimento, (2) diversidade de fontes de renda e (3) valor da propriedade (Tabela 8).

O indicador geração de renda é condicionado pela tendência dos atributos de renda (segurança, estabilidade, distribuição e montante), avaliados segundo efeito causado pela adoção da tecnologia estudada. O indicador diversidade de fontes de renda avalia as proporções de procedência da renda familiar do responsável/administrador e dos empregados permanentes, incluindo os parceiros e meeiros, nas situações anterior e posterior à adoção da tecnologia.

Documenta-se a diversificação das origens da renda, como aquelas ligadas às atividades agropecuárias e não agropecuárias no estabelecimento, à oportunidade de trabalho fora do estabelecimento, a ramificações empresariais e a aplicações financeiras auferidas em consequência da adoção da inovação tecnológica agropecuária. Por último, o indicador valor da propriedade aponta se houve aumento ou redução do valor da terra, sob efeito da adoção da tecnologia, segundo causas locais ou causas externas ao estabelecimento.

Tabela 8. Resultado da Avaliação de Impacto média de 10 entrevistados quanto aos respectivos indicadores referentes ao “Aspecto Renda”.

Indicadores de Renda	Se aplica (Sim/Não)	Coefficiente
Geração de Renda do Estabelecimento	Sim	6,75
Diversidade de Fonte de Renda	Sim	4,10
Valor da propriedade	Sim	3,78

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação ao indicador Gerador de Renda do Estabelecimento, constatamos que a tecnologia propiciou um aumento de renda das famílias envolvidas na cultura do alho. Isso se deve principalmente a uma maior produtividade advinda da tecnologia livre de vírus, pela melhor qualidade e tamanho dos bulbos, revertendo em melhores preços pagos ao produtor. Apesar disso, desde o início da crise econômica brasileira, em 2015, em termos de

rentabilidade, 2017 foi o pior ano aos produtores de hortaliças. O clima, (exceto na região do semiárido) foi mais favorável à oferta das hortaliças (em especial no inverno), e isso gerou excedentes de produção, já que não houve reação da demanda na mesma proporção (ANUÁRIO, 2017-2018).

Ainda com relação ao indicador Geração de Renda no Estabelecimento, destacam-se impactos positivos na Segurança – receita esperada é a receita realizada e Estabilidade – manutenção da receita por maior tempo - na produção do alho livre de vírus.

Este aumento da renda também pode ser percebido pelo aumento do Valor da Propriedade, tendo em vista os investimentos em benfeitorias que vem sendo realizados a cada ano, tais como novos galpões, sistemas de irrigação, tratores e implementos agrícolas.

Quanto ao indicador Diversidade de Fonte de Renda, também verificamos alteração deste indicador devido à diversificação de renda agropecuária, pela venda do alho-semente e não-agropecuária ou ramificação empresarial com o beneficiamento e industrialização do alho na fabricação de pastas, molhos e temperos.

4.3.3 Aspecto Saúde

O aspecto saúde traz três indicadores para sua análise: (1) saúde ambiental e pessoal, (2) segurança e saúde ocupacional e (3) segurança alimentar, conforme mostra a Tabela 9.

O primeiro considera alterações advindas da adoção tecnológica na existência de focos de vetores de doenças endêmicas, emissão de poluentes – atmosféricos, hídricos ou do solo – e (dificuldade de) acesso a esporte e lazer, componentes que implicam direção negativa do impacto social. O indicador segurança e saúde ocupacional retrata a exposição de trabalhadores a periculosidade e a fatores de insalubridade, decorrentes da adoção da tecnologia. O indicador segurança alimentar busca estimar os impactos da tecnologia para garantia do acesso à alimentação de qualidade, seja para aqueles envolvidos no processo produtivo seja para a população em geral, representada pelos consumidores.

Tabela 9. Resultado da Avaliação de Impacto média de 10 entrevistados quanto aos respectivos indicadores referentes ao “Aspecto Saúde”.

Indicadores de Saúde	Se aplica (Sim/Não)	Coefficiente
Saúde ambiental e pessoal	Sim	0,08
Segurança e saúde ocupacional	Sim	-0,04
Segurança alimentar	Sim	9,85

Fonte: Elaborado pelos autores.

Praticamente não foram identificados ou relatados impactos diretos na saúde dos trabalhadores ou das famílias, decorrentes da adoção da tecnologia do alho livre de vírus, tampouco exposição à periculosidade e fatores de insalubridade.

No aspecto da Segurança Alimentar, no entanto, esse impacto aparece associado ao considerável aumento da renda e do poder de compra das famílias, com conseqüente impacto positivo no acesso a alimentos em quantidade e também com qualidade mais próximas à adequada ou desejada.

4.3.4 Aspecto Gestão e Administração

No aspecto Gestão e Administração, evidenciado na Tabela 10, o indicador (1) Dedicção e perfil do responsável, é constituído por variáveis que contemplam fatores e mecanismos que facilitam e aprimoram o gerenciamento. São analisadas as variáveis de capacitação, adoção de modelos de planejamento e controle financeiro, dedicação de tempo no empreendimento e certificação.

O indicador (2) Condição de comercialização inclui os atributos descritores da inclusão no mercado, dos produtos obtidos pela atividade à qual e aplica a tecnologia em avaliação. Assim, são analisados componentes relacionados ao transporte, marca, processamento, armazenamento, venda direta, encadeamento com outros produtos e cooperação.

O indicador (3) Reciclagem de resíduos avalia a tomada de medidas de reciclagem dos resíduos produzidos no estabelecimento, em associação com a adoção da inovação tecnológica. O indicador (4) Relacionamento institucional trata da ocorrência de atributos característicos da capacidade institucional do estabelecimento adotante da tecnologia e do preparo profissionalizante do responsável e dos empregados.

Tabela 10. Resultado da Avaliação de Impacto média de 10 entrevistados quanto aos respectivos indicadores referentes ao “Aspecto Gestão e Administração”

Indicadores de Gestão e Administração	Se aplica (Sim/Não)	Coefficiente
Dedicção e perfil do responsável	Sim	4,28
Condição de Comercialização	Sim	5,98
Reciclagem de resíduos	Sim	0,73
Relacionamento Institucional	Sim	1,5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os impactos mais positivos foram nos componentes Dedicção e perfil do responsável e Condição de Comercialização. Estes resultados observados na cultura do alho, na visão entrevistados, promoveram um maior engajamento familiar na gestão do trabalho, pois, segundo a percepção de produtores e extensionistas, outros membros da família passaram a se dedicar ao negócio do estabelecimento após esta tecnologia. O tempo de dedicação no empreendimento também foi alterado após a adoção da tecnologia, assim como algumas iniciativas de maior controle financeiro e de instrumentos de planejamento.

A maior alteração do indicador foi no componente de Condição de Comercialização. Observou-se maior volume de negócios por venda direta e iniciativas de cooperação comercial com outros produtores locais. Além disso, também se percebeu modificações nas condições de armazenagem e transporte, movidos pela alteração dos preços atribuídos a esta tecnologia.

Quanto ao indicador Relacionamento Institucional, observou-se demanda crescente por assistência técnica. Isto vai ao encontro do crescente impacto na organização produtiva, inclusive com a formação de associações de produtores e na busca por aparelhamento de sindicatos rurais.

Sendo a principal geradora de renda na maioria dos municípios visitados, o fôlego dado à cultura do alho impactou positivamente nas relações entre produtores e agência de extensão, na visão dos entrevistados ou abriu novas perspectivas de apoio e parcerias, em torno da produção de alho.

4.4 Análise dos resultados

O índice de Impacto Social de 3,14, em uma escala de -15 a + 15 revela um impacto positivo da tecnologia do Alho Livre de Vírus, ainda que relativamente pequeno se levado em consideração todos os aspectos da Avaliação de Impacto Social. Verifica-se que as contribuições das tecnologias são maiores em alguns dos componentes para cada aspecto social associado, não se dando de maneira uniforme (Figura 2).

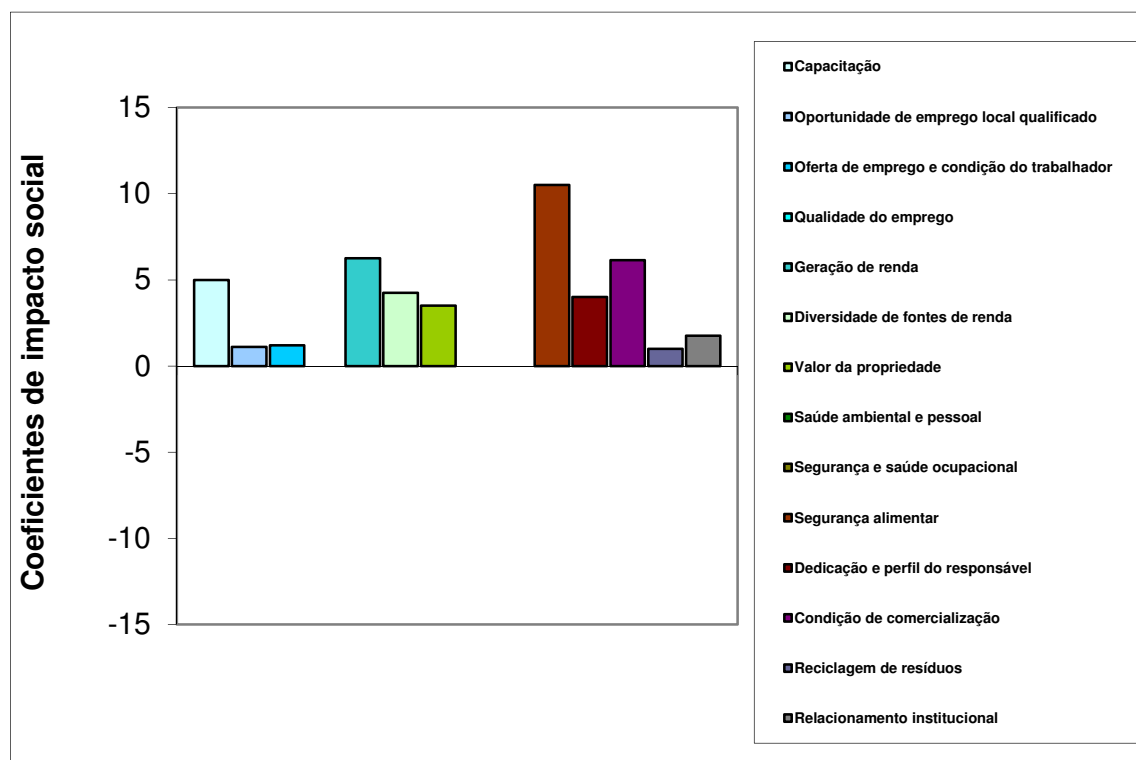


Figura 2. Coeficientes de impacto social da avaliação social do ALV.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As análises gerais dos indicadores de impacto social confirmam que a contribuição mais significativa é o aumento de renda das famílias, acompanhado do efeito de diversificação das fontes de renda familiar. Isso se reflete também em outro aspecto, no tocante à Saúde e no acesso à alimentação de qualidade e em quantidade devido ao maior poder de compra das famílias envolvidas na cultura.

Há de se destacar também, melhorias significativas nas condições de comercialização, principalmente à cooperação com outros produtores e a adoção de venda direta.

É possível dizer, que todos os impactos sociais observados são influenciados diretamente pelo potencial aumento da renda da família dedicada à cultura do alho, ainda que se considere a simples substituição do alho tradicionalmente cultivado pelo material livre de vírus.

O aspecto emprego não teve impacto significativo, tanto em quantidade como em qualidade do emprego formal, ainda que os empregos temporários e mão-de-obra familiar

tenham aumentado. Muitos aspectos da gestão do empreendimento e de relacionamento institucional também devem ser aperfeiçoados, gerando contribuições mais efetivas em Avaliações Sociais posteriores.

5. Avaliação de impacto ambiental

5.1 Metodologia utilizada

Para a avaliação de impactos ambientais dessa tecnologia, foram entrevistados 9 usuários da tecnologia. A avaliação de impactos ambientais foi realizada utilizando o Ambitec-Agro, comparando-se a situação ambiental anterior à entrada da tecnologia e aquela atual, com a presença e o uso dessa tecnologia. Para que tal avaliação fosse feita a contento, um questionário foi elaborado e as entrevistas foram realizadas com base nele.

Para a realização da avaliação de impactos ambientais utilizou-se o sistema Ambitec-Agro (Rodrigues et al., 2003a). Tal sistema é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que consideram quatro aspectos principais na avaliação de impactos ambientais, quais sejam: alcance, eficiência, conservação e recuperação ambiental. Cada um dos aspectos é organizado em matrizes de ponderação automatizadas, onde são determinados os coeficientes de impacto – CI - (para cada aspecto ou componente) e o índice agregado de impacto ambiental da inovação agropecuária - IAIA - (índice que engloba a avaliação integrada de todos os aspectos). Os conjuntos de fatores de ponderação considerados na análise são dois, sendo eles àqueles referentes à escala de ocorrência e ao peso do componente.

Assim, como na análise social, as escalas de ocorrência do impacto podem ser divididas em: Pontual; Local; e Entorno. A elas são atribuídos os fatores de ponderação 1, 2 e 5, respectivamente (Rodrigues et al., 2003a). Para alguns componentes, entretanto, o sistema Ambitec-Agro apresenta restrições a escalas pontuais, devido à natureza deles, mantendo a ponderação 5. Esse fato pode ser exemplificado pelos indicadores do aspecto eficiência tecnológica e da componente qualidade do solo, cujos impactos das atividades agrícolas são impreterivelmente observados na área de cultivo.

O segundo conjunto de fatores de ponderação utilizado nas matrizes de efeito da tecnologia refere-se ao peso do componente para a formação do indicador de impacto ambiental. Esses pesos são passíveis de alteração quando em situações específicas, em que o usuário julgue os valores originais inadequados para uma boa avaliação, desde que a soma deles seja igual a +1 ou -1, a depender da direção do impacto (se positivo ou negativo)

(Rodrigues et al., 2003 a). As ponderações em questão podem, portanto, ser entendidas como um indicativo da importância do indicador na formação do componente do qual faz parte.

A avaliação de impactos ambientais realizada pelo sistema Ambitec-Agro é baseada ainda em entrevistas a produtores rurais e/ou visitas de campo na área a ser avaliada (Rodrigues et al., 2003a).

O preenchimento das planilhas eletrônicas é feito por meio da inserção dos coeficientes de alteração – CA - (Tabela 11) observados para cada indicador. São avaliados pelo sistema os seguintes aspectos: Eficiência Tecnológica, cujos indicadores representam alterações nos componentes uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais; Conservação Ambiental, cujos indicadores representam alterações nos componentes atmosfera, qualidade do solo, qualidade da água e biodiversidade; e Recuperação Ambiental. Ao todo são avaliados 37 indicadores. Com base nos resultados obtidos, cada indicador componente do Sistema Ambitec-Agro foi valorado como disposto na Tabela 11 e tais valores foram lançados nas planilhas eletrônicas MS-Excel, disponíveis para download no sítio da Embrapa Meio Ambiente. Os fatores de ponderação referentes ao peso do componente foram mantidos como originalmente propostos. Foram obtidos, então, os resultados quantitativos dos impactos, quais sejam: os coeficientes de impactos dos componentes e dos aspectos, bem como o índice agregado de impacto ambiental da tecnologia selecionada. Tais coeficientes de impacto e índice de impacto ambiental foram então avaliados e interpretados de acordo com a escala que varia de -15 (maior impacto negativo) a +15 (maior impacto positivo).

Por fim, foram calculados os coeficientes de impactos por entrevistado e médio, para cada indicador de impacto, bem como os índices agregados de impacto ambiental, por entrevistado e médio.

5.2 Indicadores de impacto ambiental

5.2.1 Eficiência Tecnológica

A utilização de material livre de vírus para o plantio permite o desenvolvimento de plantas mais saudáveis no campo. Dessa forma, as plantas originadas desses materiais (livre de vírus) tendem a apresentar melhor qualidade e, hipoteticamente, podem até se apresentar menos susceptíveis a outras doenças. Foi observado forte impacto ambiental positivo, 12,22 numa escala que vai até 15, relacionado à redução da necessidade de uso de agroquímicos. Esse impacto foi citado por oito dos nove entrevistados, deixando clara a percepção deles,

sobretudo com relação à redução da frequência de pulverizações e da variedade de agrotóxicos utilizadas.

Para o indicador uso de energia foi observado um pequeno impacto ambiental negativo. Esse fato foi devido a um pequeno aumento da eletricidade consumida, principalmente em decorrência da necessidade de utilização de equipamento para que a irrigação seja efetuada. O aumento do uso de eletricidade foi observado por seis dos nove entrevistados. De toda forma, o impacto observado foi muito próximo de zero em uma escala que vai até 15, indicando ser este praticamente nulo.

O indicador Uso de recursos naturais, por sua vez, apresentou pequeno impacto ambiental positivo. Esse resultado foi devido, principalmente, a um forte aumento de produtividade e, conseqüentemente, menor necessidade de abertura de novas áreas para o plantio. Entretanto, foi observado também, pela maioria dos usuários da tecnologia, um pequeno aumento na necessidade de água para irrigação. A contraposição da menor necessidade de solo para plantio, que foi alta na maioria das vezes, e do pequeno aumento da necessidade de água para irrigação, levou ao pequeno impacto ambiental positivo observado. A redução da necessidade de solo para plantio foi observada por seis dos nove usuários da tecnologia.

Tabela 11. Resultado da avaliação de impacto média de 9 entrevistado quanto aos respectivos indicadores referentes ao aspecto eficiência tecnológica

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média
Uso de agroquímicos	Sim	12,22
Uso de energia	Sim	-0,71
Uso de recursos naturais	Sim	0,94

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2.2 Conservação ambiental

No que tange respeito à conservação ambiental, foram observados melhoria na Qualidade do solo e da água. Esses dois aspectos foram bem citados na maioria das vezes, porém, não estão diretamente ligados ao uso da tecnologia Alho Livre de Vírus. Esses resultados estão relacionados, principalmente, ao fato de boa parte dos entrevistados utilizarem o sistema orgânico de produção para o cultivo do alho. Conseqüentemente, a adoção de práticas conservacionistas associadas ao sistema orgânico, como adubação verde, por exemplo, bem como a restrição de uso de agroquímicos levaram à melhoria da qualidade do solo e da água. Ressalta-se que o uso da tecnologia em sistema orgânico é favorecido pelo

processo de limpeza do alho, o que leva a uma necessidade ocorrência de doenças virais. Entretanto, faz-se necessário citar também que os impactos observados sobre a qualidade do solo e da água foram muito baixos, próximos à ocorrência de impacto ambientais positivos nulos.

Tabela 12. Resultado da Avaliação de Impacto média de 9 entrevistado quanto aos respectivos indicadores referentes ao aspecto “Conservação Ambiental”.

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média
Atmosfera	Sim	0
Qualidade do solo	Sim	1,1
Qualidade da Água	Sim	0,33
Biodiversidade	Sim	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2.3 Recuperação ambiental

O fato da tecnologia analisada aqui ter como foco principal a melhoria da qualidade do produto, com pouca interferência no sistema produtivo, torna-o pouco influente também no aspecto Recuperação Ambiental. Dessa forma, todos os quesitos utilizados para análise desse aspecto foram considerados não aplicáveis.

Tabela 13. Resultado da Avaliação de Impacto média de 9 entrevistados quanto aos respectivos indicadores referentes ao aspecto “Recuperação Ambiental”.

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média
Recuperação ambiental	Não	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.3 Índice agregado de impacto ambiental médio

O índice Agregado de Impacto Ambiental médio para a tecnologia ALV foi de **2,00**. Tal índice indica que a adoção da tecnologia gerou um pequeno impacto ambiental positivo. Os fatores que mais contribuíram para esse impacto positivo estão relacionados à Eficiência Tecnológica do produto, sobretudo com relação à redução da necessidade de uso de Agrotóxicos. Em grande parte, essa redução foi devida à adoção do sistema orgânico de produção, o que foi favorecido pela utilização do material livre de vírus.

6. Equipe responsável

Avaliação de Impactos Econômicos

Nirlene Junqueira Vilela, Msc em Economia Aplicada, Pesquisadora em Economia Agrícola da Embrapa Hortaliças.

Avaliação de Impactos Sociais

Murilo Felipe Bueno – Esp. em Planejamento e Orçamento Público, Analista da Embrapa Hortaliças, Setor de Prospecção e Avaliação de Tecnologias - SPAT;

Avaliação de Impactos Ambientais

Carlos Eduardo Pacheco Lima – Dsc. em Solos e Nutrição de Plantas; Pesquisador de Mudanças Climáticas (Avaliação, Monitoramento, Mitigação e Adaptação dos Impactos Ambientais) da Embrapa Hortaliças.

7. Referências bibliográficas

ANUÁRIO 2017/2018. **Revista Hortifruti**, Piracicaba, 2017.

ÁVILA, A.F.D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G.L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**: metodologia de referência. Brasília-DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – CNA, **Mapeamento e quantificação de cadeias produtivas**, Brasília, 2017, p. 26.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Alho Livre de Vírus - ALV**. Brasília. Embrapa Hortaliças. 2012. Folder de lançamento.

ENAP e J-PAL, **Por que avaliar o impacto de políticas públicas?** Brasília, 2017. (Apostila referente ao curso de Avaliação de Impactos pdf).

IBGE, **Dados sobre os municípios brasileiros**, <<https://cidades.ibge.gov.br/municipios>>. Acesso em 26/12/2017.

IBGE, **Área e produção de alho- safra 2016**. Rio de Janeiro. Produção Agrícola Municipal, 2016. <<https://cidades.ibge.gov.br/municipios>>. Acesso em 26/12/2017.

RODRIGUES, G. S.; Campanhola, C.; Kitamura, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: Ambitec-Agro. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003a. 94p. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34.