



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Nome da tecnologia:	Manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade:	Embrapa Trigo
Responsáveis pelo relatório:	Adão da Silva Acosta; Leandro Vargas; Jorge Lemainski; Lisandra Lunardi; Marcelo Augusto Martinelli; Vladirene Macedo Vieira

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

1.1. Nome/Título

Manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas

1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

Eixo de Impacto do VI PDE	
Avanços na busca da Sustentabilidade Agropecuária	X
Inserção estratégica do Brasil na Bioeconomia	
Suporte à Melhoria e Formulação de Políticas Públicas	
Inserção Produtiva e Redução da Pobreza Rural	
Posicionamento da Embrapa na Fronteira do Conhecimento	X
Não se aplica	

1.3. Descrição Sucinta

Biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) e buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis*, e *C. sumatrensis*) resistentes ao herbicida glifosato estão presentes em mais de 80% das lavouras de soja do Rio Grande do Sul. Biótipos de azevém resistentes aos herbicidas inibidores da Acetyl-CoA carboxylase (ACCase) e da Aceto Lactato Sintase (ALS) estão em mais de 30% das lavouras. Tais ocorrências geram aumento nos custos de controle aos produtores em função da necessidade de uso de herbicidas alternativos. A resistência dessas plantas daninhas impõe aos produtores a necessidade de uso de herbicidas com maior custo e menor eficiência, resultando em níveis de controle abaixo daqueles necessários para evitar redução de rendimento em função da matocompetição. Para evitar o agravamento dessa situação e o surgimento de novas espécies resistentes, foram desenvolvidas soluções de pesquisa e inovação pela Embrapa e parceiros visando prolongar o tempo de utilização das tecnologias associadas às espécies resistentes a herbicidas, com base nos princípios do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD). Essas soluções são baseadas na seleção e integração de métodos de controle e têm permitido mais e melhores resultados dos pontos de vista agrônomo, econômico e ecológico. São elas: não usar repetidamente herbicidas com o mesmo mecanismo de ação na mesma safra ou área; não repetir o uso de herbicidas com mesmo mecanismo em uma cultura e; se usar na dessecação um mecanismo herbicida, não utilizar este mecanismo novamente na pré ou na pós-emergência da cultura. Onde a buva e o azevém resistentes estiverem estabelecidos, implantar rotação de mecanismos de ação herbicida eficazes; monitorar e destruir plantas suspeitas de resistência e; após a aplicação do herbicida, as plantas que sobreviverem devem ser arrancadas, capinadas, roçadas ou controladas de alguma forma, evitando que produzam flores ou sementes e se disseminem na área. Ademais, realizar nessas áreas a rotação com culturas de valor comercial, oportunizando a utilização de um número maior de mecanismos de ação herbicidas, provendo cobertura permanente do solo e diminuindo o número de plantas daninhas, quando comparado com áreas mantidas em pousio. Essas técnicas integradas diminuem o número de plantas de buva e azevém em até 65%. Adicionalmente, ao decidir pela semeadura de uma cultura, levar em consideração as opções e momento do controle das plantas daninhas antes do cultivo em sucessão e, quando possível, utilizar a sobresemeadura de aveia em soja e *Brachiaria ruziziensis* em milho. Como apoio à tomada de decisão por assistentes técnicos, foram realizadas coletas georeferenciadas associadas a questionários e elaborados mapas de dispersão das resistências de azevém e da buva. A divulgação dos mapas e o envio de alertas com

recomendações regionalizadas auxiliam os técnicos na decisão de quando e qual produto aplicar. As informações de capacidade competitiva e nível de dano das espécies resistentes permitem calcular as perdas de rendimento e os custos da resistência nas lavouras, ademais de monitorar o surgimento de novos casos e antecipar a ocorrência de novos problemas.

1.4. Ano de Início da Geração da Tecnologia: 2004

1.5. Ano de Lançamento: 2010

1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver: _____

1.7. Ano de Início da Adoção: 2012

1.8. Abrangência da adoção:

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

1.8. Beneficiários

Agricultores e cadeias produtivas de grãos do Rio Grande do Sul.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

A resistência de plantas daninhas a herbicidas produz impactos negativos às cadeias produtivas de grãos de duas formas principais: aumento dos custos de controle e aumento das perdas de produtividade oriundas da matocompetição, tendo importância crucial atualmente para os agricultores.

O lançamento da tecnologia da soja RR (Roundup Ready) proporcionou a oportunidade do uso do glifosato para controle de plantas daninhas gerando economia em mais de 50% nos gastos com herbicidas pelos produtores. A aceitação da nova tecnologia foi rápida, pois a oportunidade de uso do glifosato como herbicida seletivo representava facilidade de aplicação, eficiência de controle de plantas daninhas em diferentes estádios vegetativos com custo significativamente menor relativo aos demais herbicidas. As vantagens identificadas pelos produtores no uso do glifosato tornaram a soja RR uma unanimidade. No entanto, o uso repetido e contínuo do glifosato resultou em impactos negativos nas lavouras, pela seleção de espécies resistentes, como o azevém e a buva. A resistência de buva ao glifosato foi identificada em 2005 e fez com que os herbicidas inibidores da ALS fossem empregados amplamente para controle dessa espécie em soja. Como resultado da alta pressão de seleção exercida pelos inibidores da ALS, em 2011, foram identificados biótipos de buva com resistência múltipla ao glifosato e aos inibidores da ALS.

A resistência de azevém ao glifosato, identificada no ano de 2003 pela Embrapa, tornou os herbicidas inibidores das enzimas ALS e ACCase as principais opções de controle para essa espécie. Contudo, o uso repetido dessas moléculas, como ocorreu com glifosato, resultou na seleção de biótipos de azevém resistentes. O azevém resistente aos inibidores da ALS foi identificado em 2010 e aos inibidores da ACCase em 2011, também pela Embrapa. Biótipos dessa espécie apresentam resistência múltipla, ou seja, são resistentes ao glifosato e aos herbicidas inibidores da ALS ou ao glifosato e aos inibidores da ACCase ao mesmo tempo.

Percebe-se que o uso repetido e continuado do mesmo herbicida, ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, seleciona em poucos anos plantas daninhas resistentes. Contudo, atualmente não existem perspectivas de lançamento de novas moléculas/tecnologias com potencial de controle eficiente da buva e do azevém, tornando importante a busca de estratégias alternativas para manejo das populações resistentes.

A presença de buva e azevém com resistência múltipla elimina a possibilidade de uso dos principais herbicidas utilizados para controle dessas espécies, aumentando a presença dessas plantas daninhas nas lavouras. Os casos de resistência historicamente foram resolvidos com uso de moléculas alternativas e/ou com a introdução de novas tecnologias (como a soja RR). Contudo, atualmente, não existem perspectivas de lançamento de novas moléculas/tecnologias com potencial de controle eficiente do azevém e da buva, tornando importante a busca de estratégias alternativas para manejar e manter em níveis aceitáveis as populações dessas espécies.

Nesse cenário de resistências estabelecidas, os principais impactos ocorrem nas lavouras e afetam diretamente os produtores e, indiretamente, toda a cadeia produtiva da soja. Relacionam-se com a necessidade do uso de herbicidas alternativos e com as perdas de rendimento da cultura, devido às plantas daninhas resistentes remanescentes na lavoura. Os herbicidas alternativos são menos eficientes, possuem maior custo e são fitotóxicos para as culturas.

De maneira geral, o custo com herbicidas alternativos é variável com a opção adotada pelos produtores, uma vez que existem mais de uma possibilidade para manejo das populações resistentes na dessecação e na pré e pós-emergência das culturas. O custo de controle pode aumentar até 5 vezes em situações de resistência simples e em situações de resistência múltipla. Considerando-se a área de cultivo de soja do Rio Grande do Sul e a dispersão de buva e azevém mostrados nas Figura 1, 2 e 3, os prejuízos advindos da resistência e da necessidade de herbicidas adicionais podem chegar a mais de R\$306 milhões por ano, além da poluição ambiental causada pelo maior uso de herbicidas. Adicionando-se as perdas de rendimento devido à competição das plantas daninhas que, em casos extremos, podem ser superiores a 45%, os impactos econômicos da resistência tornam-se ainda mais significativos. Novas moléculas e tecnologias (culturas modificadas para resistência) aparecem como alternativa para controle de buva, contudo, para azevém não se apresentam eficientes.

Em contexto histórico da soja no Brasil, o impacto econômico dos dois principais ciclos de resistência de plantas daninhas ocorridos na cultura foi bastante similar: para os herbicidas inibidores da ALS e ACCase, entre os anos de 1993 até o início dos anos 2000 e para os inibidores o glifosato, a partir do ano de 2003. Em ambos os casos, o manejo da população resistente provocou aumento do custo do controle em até quatro vezes. Atualmente, o custo médio da resistência no Brasil, apenas para o sistema de produção de soja, é estimado em cerca R\$ 5 bilhões ao ano e que, se acrescido das perdas da cultura em função da matocompetição, pode atingir R\$ 9 bilhões (Adegas et al., 2017). Cabe salientar que esse quadro pode piorar em caso do surgimento de novas espécies resistentes, especialmente ao glifosato, ou de disseminação de espécies relatadas.

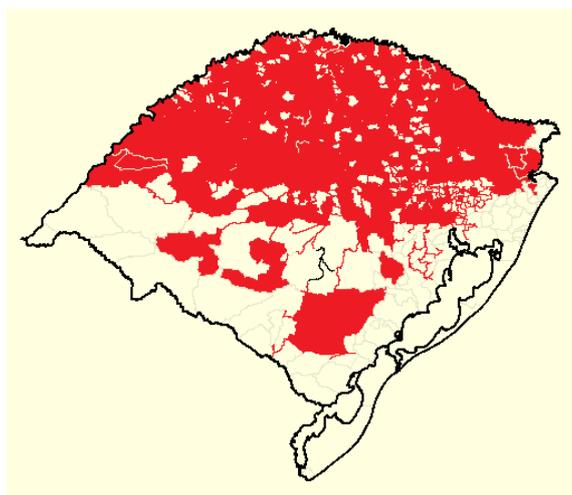


Figura 1 – Mapa de dispersão de azevém e buva resistente ao glifosato no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2018.

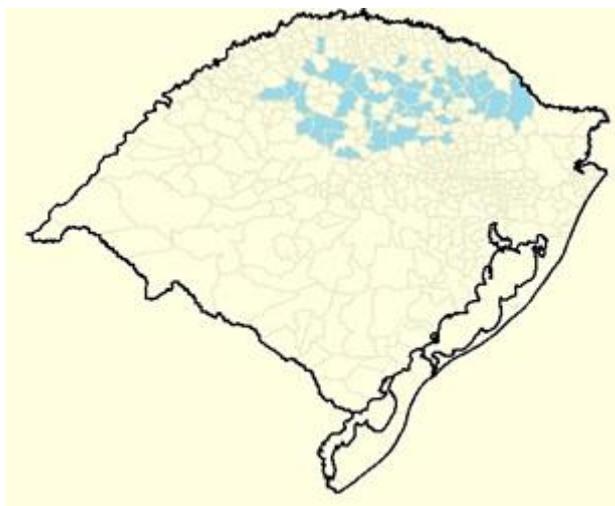


Figura 2 – Mapa de dispersão de azevém resistente aos inibidores da ALS no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2015.



Figura 3 – Mapa de dispersão de azevém resistente aos inibidores da ACCase no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2015.

de preço praticados no Rio Grande do Sul (Tabela 2). Essa perda foi estabelecida em estudos conduzidos por Agostinetti et al (2017), Trezzi et al (2013) e Paula et al (2011). Ante a variação das produtividades e preços entre anos, variaram também as perdas potenciais por competição com plantas daninhas. Em 2019, a produtividade média foi de 3.321 kg ha⁻¹ (Embrapa Soja, 2019), a perda estimada por matocompetição foi de 830,25 kg ha⁻¹, o preço médio recebido pelos produtores foi de R\$ 68,00/saca de 60 kg, com base no mês de abril (Conab, 2019), com perda de 940,00 R\$ ha⁻¹, representativa do ‘custo anterior’.

Tabela 2 – Estimativa da perda por matocompetição em soja pela presença da resistência de buva e azevém a herbicidas no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2019.

Ano	Produtividade de soja (Kg ha ⁻¹)	Perda por matocompetição 25% (Kg ha ⁻¹)	Preço de soja (R\$/saca 60 kg)	Perda R\$ ha ⁻¹
2012	1.738	434,43	56,00	407,06
2013	2.638	659,61	57,00	622,78
2014	2.601	650,18	61,00	665,57
2015	2.815	703,86	61,00	710,19
2016	2.723	680,82	70,00	790,43
2017	2.503	625,78	64,00	668,33
2018	2.990	747,50	78,00	970,26
2019	3.321	830,25	68,00	940,94

O ‘custo atual’ para o controle das populações de azevém e buva resistentes ao glifosato se relaciona ao uso de herbicidas alternativos, variáveis de acordo as principais alternativas de manejo químico registrados para uso no Brasil. Em julho de 2017 foi realizado levantamento de preços dos herbicidas por Adegas et al. (2017) nas regiões Sul e Centro-Oeste do país, atualizado pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) para esta avaliação de impactos. Os resultados do custo das opções de controle químico de azevém e de buva resistentes ao glifosato estão apresentados na Tabela 3. Como padrão, em um cenário de ausência de resistência, o custo médio de controle pode ser restrito a uma aplicação de glifosato na dessecação e duas aplicações na pós-emergência, resultando em custo médio de R\$ 134,30 ha⁻¹. Considerando a ocorrência de buva e azevém com resistência múltipla na mesma área, as opções restringem-se à dessecação com o herbicida 2,4-D para controle da buva e paraquate para o controle do azevém. Já para aplicação seletiva na cultura, os herbicidas flumioxazin e trifluralina são as principais opções. O custo total do controle, nesta situação, pode variar entre R\$ 158,81 a R\$ 283,07, com média de R\$ 220,94 ha⁻¹ (Tabela 3). Dentre as opções para a avaliação de impactos, utilizou-se em 2019 a estimativa de custo máximo de R\$ 283,07 ha⁻¹, para controle em presença de resistência múltipla, representativo do ‘custo atual’.

Tabela 3 – Estimativa do custo do controle na cultura da soja de populações mistas de azevém e buva, com resistência isolada ao glifosato e múltipla também para os inibidores da ALS e ACCase. Adaptado de Adegas et al (2017).

Custos ¹	Situação da Resistência a Glifosato		
	Mínimo	Máximo	Médio
Sem resistência	106,77	161,84	134,30
Azevém + Buva	158,81	283,07	220,94
Diferença	52,04	121,23	86,63

¹Valores corrigidos pelo IGP-DI, de julho de 2017 a outubro de 2019

Participação da Embrapa – A participação da Embrapa no desenvolvimento tecnológico e nos formatos de transferência aos técnicos e produtores, considerando os componentes agregados, foi estimada em 54%, ao considerar: a identificação e a quantificação da resistência de buva e azevém a herbicidas; o desenvolvimento de conhecimento tecnológico para gerar as práticas de manejo integrado mais adequadas para mitigação do problema; e a estruturação de ações específicas de transferência de tecnologia para o tema. A participação atribuída a Embrapa foi equivalente a 40% para os dois primeiros componentes e a 20% para o terceiro componente. É inquestionável a liderança da Embrapa, tanto na detecção do problema da resistência da buva e azevém a herbicidas, como na quantificação e na pesquisa de alternativas exequíveis para uso pela assistência técnica e pela construção de redes e formatos integrados com Universidades, indústrias de agroquímicos e cooperativas de produção para a difusão e uso das soluções integradas referentes ao tema.

$$\begin{aligned}
 \text{Participação Embrapa} &= (\text{identificação das resistências}=0,70) + (\text{pesquisas em manejo integrado}=0,50) + \\
 &(\text{transferência de tecnologia}=0,30) \\
 &= (0,70 \cdot 0,40) + (0,50 \cdot 0,40) + (0,30 \cdot 0,20) \\
 &= 0,28 + 0,20 + 0,06 \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

Área de Adoção – A área de adoção da tecnologia é uma fração da área cultivada com soja no Rio Grande do Sul. Para estimar essa fração foi realizada consulta a técnicos de cooperativas numa amostra de 1,3 milhão de hectares em 2018 e 273 mil hectares em 2019 (Tabela 4). Tal levantamento considerou a área estimada de ocorrência de buva e azevém isoladamente, ou a ocorrência de ambas de forma agregada, bem como o percentual do emprego das práticas de manejo integrado preconizadas. Consistentemente, a ocorrência isolada de buva esteve em torno de 61% nos dois levantamentos. Já a ocorrência de azevém apresentou variação de 11% para menos em 2019, fora do limite do desvio padrão, indicando que a percepção sobre o problema necessita ainda ser melhorada, pois trata-se de uma situação de grande magnitude afetando os custos de produção e o rendimento da soja no Rio Grande do Sul. Em função disso, optou-se por diminuir a área de ocorrência conjunta das duas plantas daninhas, utilizando o desvio padrão inferior de 2018, ficando o percentual estimado em 61,48%. De todo modo, os percentuais obtidos nos levantamentos são inferiores ao estimado em trabalhos específicos sobre o tema, que apontam para cerca de 80% de ocorrência. A área estimada com manejo integrado atingiu 40,82% em 2018 e 42,07% em 2019, oscilando na margem dos desvios padrão. Nesse caso, deve ser levado em consideração que a assistência técnica das cooperativas é provavelmente mais efetiva que no restante da área do Estado, induzindo um percentual que não pode ser extrapolado integralmente. Optou-se por utilizar a média dos desvios padrão de 2018 e 2019 $[(3,34+3,87)/2=3,61\%]$ para diminuir da média da área de adoção do manejo integrado nas duas safras $[(40,82+42,07)/2=41,44\%]$ estimando-a em 37,84% da área com resistência estabelecida de buva e azevém e que adotou o manejo integrado. Apesar de não probabilísticos, os resultados são representativos e refletem tanto o problema como a adoção da tecnologia, dada a responsabilidade dos assistentes técnicos das cooperativas pelos resultados econômicos dos produtores.

Os percentuais de ocorrência conjunta de buva e azevém e de manejo integrado obtidos na amostragem junto às cooperativas foram aplicados à área de soja no Rio Grande do Sul em 2019 (Embrapa Soja, 2019), resultando em cerca de 3,5 milhões de hectares. Desses, aproximadamente 1,3 milhão tem adoção estimada de manejo integrado (Tabela 5).

Tabela 4 – Estimativa de ocorrência de resistência de buva e azevém a herbicidas e da adoção de manejo integrado, segundo levantamento junto a cooperativas no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2019.

Cooperativas	Área de inferência (ha)	Participação Ponderada (%)			
		Área com buva	Área com azevém	Área com buva e azevém	Área com manejo integrado
2018	1.312.300	60,58	60,11	65,17	40,82
Desvio padrão		3,01	3,10	3,69	3,34
2019	273.000	61,28	48,78	47,14	42,07
Desvio padrão		4,27	3,21	3,18	3,87

Tabela 5 – Estimativa da área de adoção de manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2019.

Ano	Área cultivada com soja (ha)	Percentual com buva e azevém	Área com buva e azevém (ha)	Percentual com manejo integrado	Área com manejo integrado (ha)
2018	5.710.000	65,17	3.701.207	36,48	1.357.496
2019	5.778.000	61,48	3.552.314	37,84	1.344.196

3.2. Custos da Tecnologia

3.2.1. Estimativa dos Custos

Tabela 6 – Estimativa dos custos

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2004	760.842,06	272.000,00	27.270,36	40.800,00	0,00	1.100.912,42
2005	860.197,45	236.333,33	18.245,21	35.450,00	0,00	1.150.226,00
2006	870.304,29	200.300,00	29.888,34	30.045,00	0,00	1.130.537,63
2007	902.132,43	118.166,67	21.041,71	17.725,00	0,00	1.059.065,80
2008	963.149,90	118.166,67	21.576,51	17.725,00	0,00	1.120.618,07
2009	1.051.346,73	118.166,67	29.013,58	17.725,00	0,00	1.216.251,98
2010	1.065.307,57	88.625,00	39.431,50	13.293,75	0,00	1.206.657,82
2011	1.179.756,11	88.625,00	54.513,52	13.293,75	0,00	1.336.188,37
2012	1.244.216,48	88.625,00	76.105,06	13.293,75	0,00	1.422.240,28
2013	1.343.692,74	88.625,00	70.757,20	13.293,75	0,00	1.516.368,69
2014	1.411.510,15	254.280,00	56.378,82	38.142,00	0,00	1.760.310,97
2015	1.460.995,53	200.000,00	62.135,09	30.000,00	72.734,36	1.825.864,98
2016	1.608.049,71	800.000,00	89.091,51	120.000,00	97.202,00	2.714.343,22
2017	1.626.831,48	700.000,00	213.195,88	105.000,00	96.982,86	2.742.010,21
2018	1.749.989,04	500.000,00	67.005,14	75.000,00	121.362,86	2.513.357,04
2019	1.822.765,48	500.000,00	80.172,13	75.000,00	96.377,00	2.574.314,61
Total	19.921.087,15	4.371.913,33	955.821,55	655.787,00	484.659,07	26.389.268,10

A estimativa dos custos (Tabela 6) para o manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas foi realizada considerando indicadores e rateios decorrentes do processo de desenvolvimento da tecnologia. Alguns fatores dificultam a identificação destes custos, principalmente uma certa subjetividade na mensuração de tempo de pessoal envolvido, valoração de conhecimentos e experiência da equipe envolvida, entre outros, além da correta alocação. Ademais da tecnologia ter a participação de outras instituições, os custos

referem-se exclusivamente aqueles incorridos no âmbito da Embrapa. Os valores associados a pessoal, custeio de pesquisa, depreciação de capital, custos administrativos e de transferência de tecnologia foram agregados a cada ano.

3.2.2. Análise dos Custos

O cálculo do custo da tecnologia engloba pessoal, custeio, depreciação, gastos administrativos e com transferência da tecnologia, como proposto por Ávila et al (2008).

Custos de Pessoal – Referente ao dispêndio em recursos humanos: remuneração anual bruta somado à encargos sociais da equipe envolvida na geração e transferência da tecnologia. Para isso, foram levantados dados da equipe de Embrapa da etapa, como cargo e tempo alocado a esse trabalho, tomando por base a parte da Resolução Normativa Nº 16, de 22/12/2016, com os valores corrigidos para os demais anos pela variação do IGP-DI de novembro de cada ano.

Custeio da Pesquisa – Estimado com base na execução dos projetos ‘Identificação e caracterização de plantas Daninhas resistentes ao herbicida Glyphosate no Brasil’; ‘Identificação e mapeamento de plantas daninhas resistentes a herbicidas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste’; ‘Manejo integrado de plantas daninhas resistentes a herbicidas nos sistemas de produção de soja’; e ‘Identificação e mapeamento de plantas daninhas resistentes a herbicidas e custos de seu manejo em sistemas de produção de grãos no Brasil’.

Depreciação de Capital – Corresponde à depreciação anual de todos os bens da Embrapa Trigo, distribuída de acordo com o esforço de pesquisa da unidade para geração da tecnologia, estimado em 5%. Foi calculado com base em informações fornecidas pelo Setor de Orçamento e Finanças (SOF) da Unidade.

Custos de Administração – Referem-se a parcela dos custos fixos atribuídos à tecnologia. Foi calculado com base no percentual de 15% dos valores de custeio dos projetos.

Custos de Transferência Tecnológica – Referem-se os custos para difundir e viabilizar a adoção da tecnologia. Corresponderam à fração que trata do tema em cooperação entre a Embrapa Trigo, a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (SESCOOP). Estão incluídos também os custos decorrentes da organização dos encontros nacionais sobre resistência de plantas daninhas a herbicidas, que ocorrem anualmente em Passo Fundo (RS).

Os custos associados à tecnologia somaram cerca de R\$ 26,4 milhões, sendo o maior percentual relativo a pessoal e que correspondeu 75% do total, justificável por ser tecnologia altamente demandante de conhecimento e capital intelectual, tanto na identificação como na formulação de alternativas ao problema da resistência de plantas daninhas, ademais de representar a soma de 14 anos tratando do tema. Mesmo consideráveis, os valores de custeio dos projetos, custos de depreciação, de administração e transferência de tecnologia somaram 25% do custo total. Não foram considerados nos cálculos dos custos os valores relativos a investimentos iniciais ligados à infraestrutura, tampouco a valoração de conhecimentos acumulados em período anterior a 2004 e, de alguma forma, incorporados à tecnologia.

3.3. Análises de rentabilidade

Tabela 7 – Análises de rentabilidade – taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício/custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%) (em mil reais)
96,4%	73,06	R\$ 1.420.463

A Tabela 7 apresenta os dados da taxa interna de retorno (TIR), da relação benefício-custo (B/C) e do valor presente líquido (VPL) da tecnologia. Na avaliação da TIR, a tecnologia estudada apresentou índice positivo e expressivo de 96,4%, considerando a variação de custos e benefícios em fluxo real e não considerando investimentos iniciais em infraestrutura. Uma tecnologia será economicamente viável se a TIR for maior do que o retorno exigido. Foram realizadas análises de sensibilidade simulando o comportamento da TIR ante variações nos custos e nos benefícios: benefícios variáveis e custos fixos; custos variáveis e benefícios fixos; custos e benefícios variáveis. Em todas as situações, constatou-se viabilidade econômica. Como exemplo e tomando por base alterações positivas nos custos (5%, 10%, 15%, 20% e 25%), constatou-se pequena redução nos valores da TIR (95,1%, 94,0%, 93,0%, 92,0%, 91,1%), mas ainda positiva e com valores expressivos, endossando a viabilidade econômica nessas condições de variações possíveis que incorporam parte dos riscos e incertezas que afetam projetos vinculados à produção agrícola. Para a relação B/C, em que são cotejados os dados de benefício econômico com o custo de desenvolvimento da tecnologia *ex post*, cada unidade de capital aplicada pela Embrapa retornou 73,06 unidades de capital como benefício para a sociedade, que reflete a combinação entre uma tecnologia que atende tema crítico e uma grande área de adoção. Foram compensados todos os custos de desenvolvimento e o benefício pelo uso da tecnologia pode ser considerado excelente. Quanto ao VPL, para uma taxa de atratividade de 6% ao ano, o valor obtido foi de aproximadamente R\$ 1,4 bilhão. Em todas as situações avaliadas, há robusta viabilidade econômica do manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas e o retorno sobre o capital investido na tecnologia é muito superior aos gastos realizados com desenvolvimento e transferência.

3.4. Instituições envolvidas/parcerias

Parcerias no desenvolvimento da solução tecnológica: Embrapa Clima Temperado; Embrapa Soja; Embrapa Milho e Sorgo; Embrapa Algodão; Embrapa Cerrados; Embrapa Agrossilvipastoril; Universidade Federal de Pelotas; Universidade Federal de Santa Maria, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Sertão; e Universidade Federal da Fronteira Sul

Parcerias na transferência da solução tecnológica: Cooperativa Central Gaúcha - CCGL-Tec; Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB; e Ascar/Emater-RS

4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro

Utilizou-se a metodologia Ambitec em painel com assistentes técnicos de cooperativas do Rio Grande do Sul. Nesse painel foram recolhidos dados de 17 propriedades, sendo 9 delas com área inferior a 100 hectares, compondo um grupo denominado de tipo I, e 8 com área superior a 100 hectares, grupo de tipo II. O requisito aos assistentes técnicos foi o amplo conhecimento sobre a realidade dos estabelecimentos, sendo desejável que prestassem assistência técnica aos mesmos, em abordagem similar a descrita por Rodrigues et al (2016). Dessa maneira, foram obtidos os coeficientes de alteração preconizados – grande redução (-3); moderada redução (-1); inalterado (0); moderado aumento (+1) e; grande aumento (+3) – para indicadores nas propriedades. Associados a fatores de ponderação e escala de ocorrência, foram obtidos índices de impacto de alguns indicadores previamente discutidos e julgados como mais relevantes no âmbito da equipe de avaliação da Embrapa Trigo para a tecnologia em questão.

Para diferentes níveis de impacto observados e compreendida a relatividade dos contextos de análise e respectivos índices, são propostos níveis de interpretação para a avaliação integrada dos impactos de uma determinada tecnologia: de -15 a 0 = impacto negativo; 0,01 a 0,59 = impacto pequeno; 0,60 a 1,99 = impacto moderado; 2,0 a 4,0 = impacto relevante; 4,1 a 6,0 = impacto alto e 6,1 a 15 = impacto muito alto.

Há de ser considerado ainda que os resultados são produto da amplitude dos índices obtidos, da compensação entre indicadores e critérios positivos x negativos, da interação entre os critérios escolhidos e da importância atribuída a cada um deles. Considerando esses aspectos, os índices integrados que refletem diferentes aspectos da avaliação de impactos estão apresentados nas tabelas subsequentes.

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Tabela 8 – Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	Não	-	-	-
2. Mudança no uso indireto da terra	Não	-	-	-
3. Consumo de água	Não	-	-	-
4. Uso de insumos agrícola	Sim	-1,17	-3,25	-2,21
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	-	-	-
6. Consumo de energia	Sim	-1,67	-2,50	-2,08
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Não	-	-	-
8. Emissões à atmosfera	Sim	-1,11	0,00	-0,56
9. Qualidade do solo	Não	-	-	-
10. Qualidade da água	Não	-	-	-
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Não	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

Para análise da eficiência tecnológica foram obtidos os índices de impacto para os critérios: uso de insumos agrícolas, consumo de energia e emissões à atmosfera. Foram obtidas médias para as duas tipologias de propriedades, como apresentadas na Tabela 8. Para o critério uso de insumos agrícolas foram evidenciados impactos negativos nos indicadores nos dois tipos de propriedade. O resultado está em linha com o esperado considerando que há necessidade de mais entradas na lavoura para manejo em pré e pós emergência das plantas daninhas, implicando em mais frequência de aplicações, maior uso de diferentes ingredientes ativos e, conseqüentemente, maior toxicidade agregada. O impacto negativo também pode estar relacionado à deficiência em equipamentos e soluções gerenciais, inclusive por vezes contratando serviços. É importante ressaltar, nesta e nas demais análises, que as médias gerais obtidas para os indicadores e critérios de impacto não representam a média aritmética entre os tipos I e II de propriedades, mas sim a média de todas as propriedades em análise. Ainda do ponto de vista da eficiência tecnológica, foi também avaliado o critério consumo de energia pela utilização de combustíveis fósseis, cujo impacto também foi negativo. Pode-se especular a necessidade de maior uso de máquinas e implementos para o emprego das práticas, o que justifica a decorrente maior utilização de combustíveis fósseis, também responsáveis pelo impacto negativo observado nas emissões à atmosfera, sob a forma de material particulado e fumaça.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

Tabela 9 – Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Não	-	-	-
13. Capital social	Não	-	-	-
14. Bem-estar e saúde animal	Não	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

Tabela 10 – Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	10,56	7,50	9,03
16. Qualificação e oferta de trabalho	Não	-	-	-
17. Qualidade do emprego/ocupação	Não	-	-	-
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Não	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

Dentre os critérios relacionados ao trabalho e ao emprego, foram escolhidos os indicadores ligados à capacitação, tema que se destaca como decorrente da adoção da tecnologia (Tabela 10). O resultado obtido demonstra o impacto positivo da ampla agenda de treinamentos, palestras e eventos levados e efeito em conjunto entre a Embrapa, empresas de agroquímicos, extensão rural, assistentes técnicos privados, cooperativas e organismos de fomento. Não foram captados aspectos relacionados aos demais critérios no levantamento junto aos assistentes técnicos.

Tabela 11 – Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	5,00	3,75	4,38
20. Valor da propriedade	Sim	5,56	3,38	4,47

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

O manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas foi avaliado também quanto aos critérios geração de renda e valor da propriedade (Tabela 11). Apresentou significativo e positivo impacto na geração de renda dos estabelecimentos, principalmente nos menores e devido à mitigação das perdas por matocompetição, decorrentes do funcionamento insatisfatório do glifosato. Embora mais trabalhoso e com mais entradas nas lavouras para o controle das plantas daninhas, acaba proporcionando mais segurança na geração de renda entre anos. Na mesma linha, o critério de impacto para valorar a propriedade mostrou que a tecnologia concilia o investimento em benfeitorias e a conservação dos recursos naturais, com maior atribuição às benfeitorias em propriedades maiores e à conservação em propriedades menores. No primeiro caso, possivelmente para proteger o maquinário necessário a execução das práticas. No segundo caso, a percepção pelos produtores da valoração dos atributos relacionados a lavouras limpas e bem conduzidas, como elemento importante para valorização das propriedades.

Tabela 12 – Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	-3,50	-0,88	-2,19
22. Segurança alimentar	Não	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

Foram percebidos impactos negativos da tecnologia quanto ao critério segurança e saúde dos produtores, principalmente nas menores propriedades (Tabela 12). Ademais da natureza da atividade agrícola, dois fatores podem contribuir para o resultado obtido: falta de equipamentos de proteção e consequente exposição aos agentes químicos, quando da dessecação das culturas e as aplicações em pré e pós emergência, ademais de eventuais misturas de agroquímicos, somadas ao ruído das operações com máquinas e equipamentos. Impactos negativos foram também evidentes nas propriedades maiores, que poderiam ter acesso a mão de obra contratada e uso de EPIs, o que minimizaria os riscos associados a esses índices.

Tabela 13 – Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
23. Dedicção e perfil do responsável	Sim	8,33	5,63	6,98
24. Condição de comercialização	Sim	4,44	3,13	3,79
25. Disposição de resíduos	Não	-	-	-
26. Gestão de insumos químicos	Não	-	-	-
27. Relacionamento institucional	Não	10,56	10,00	10,28

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

Para o impacto no critério gestão e administração da propriedade, foram avaliados os indicadores relacionados à dedicação e perfil do responsável, à condição de comercialização e ao relacionamento institucional (Tabela 13). O impacto para a dedicação e perfil do responsável mostrou-se positivo, principalmente por induzir a adoção de modelos de administração da propriedade e com disponibilidade de assistência técnica. Um dos principais fatores que determinam boa condição de comercialização é decorrente da boa rentabilidade do emprego do manejo da resistência, uma vez que os desembolsos decorrentes do maior uso de agroquímicos e de mais entradas nas lavouras, é compensado pela não ocorrência de perdas em produtividade por matocompetição. O resultado altamente positivo atribuído pelas duas tipologias ao relacionamento institucional relaciona-se com a forte assistência técnica e disponibilidade de opções oferecidas pelas cooperativas, o que se mostrou decisivo para o uso da tecnologia em análise.

4.3. Índice de Impacto Socioambiental

Tabela 14 – Análise dos Resultados

Impactos	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Índice de impacto ambiental	-0,80	-1,00	
Índice de impacto econômico	5,30	3,70	
Índice de impacto social	1,40	1,30	
Índice de impacto geral	3,97	2,34	3,16

* Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha) ** Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

O manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas no Rio Grande do Sul proporcionou impactos agregados positivos e relevantes, tanto nas propriedades maiores como nas menores (Tabela 14). No entanto, ao decompor os resultados, observa-se que os aspectos econômicos, pela manutenção de renda com a economia gerada pela tecnologia, e os sociais relacionados à gestão, foram os principais responsáveis pelos resultados em cada tipologia e, por consequência, na média geral, com impactos considerados moderados a relevantes. Já os impactos ambientais - eficiência tecnológica e qualidade ambiental – apresentaram moderados impactos negativos, da mesma forma que os aspectos relacionados à segurança e saúde ocupacional. De fato, problemas complexos e relacionados ao uso de agroquímicos realmente não apresentam soluções simples e o uso da tecnologia demonstra que passivos ambientais e de saúde devem ser debitados dos resultados econômicos.

4.4. Impactos sobre o Emprego

Tabela 15 – Número de empregos gerados

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AXB)
2018			X	

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Utilizou-se a metodologia Ambitec, buscando a percepção de atores relacionados ao desenvolvimento da tecnologia. Foram coletados dados junto ao Secretário Executivo do CTI, denominado de tipo I, e ao Supervisor do Setor de Implementação da Programação de Transferência de Tecnologia, denominada de tipo II, ambos da Embrapa Trigo. Dessa maneira, foram obtidos os coeficientes de alteração preconizados – grande redução (-3); moderada redução (-1); inalterado (0); moderado aumento (+1) e; grande aumento (+3) – para indicadores institucionais. Associados a fatores de ponderação e escala de ocorrência, foram obtidos índices de impacto de todos os indicadores propostos para a tecnologia em questão.

5.1. Capacidade relacional

Tabela 16 – Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	Sim	0,00	0,00	0,00
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	1,00	0,00	0,50
3. <i>Know-who</i>	Sim	0,50	2,40	1,45
4. Grupos de estudo	Sim	1,00	3,60	2,30
5. Eventos científicos	Sim	1,00	1,60	1,30
6. Adoção metodológica	Sim	1,00	0,00	0,00

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Tabela 17 – Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	0,50	1,70	1,10
8. Interatividade	Sim	1,00	3,40	2,20
9. <i>Know-who</i>	Sim	0,50	2,40	1,45
10. Fontes de recursos	Sim	1,00	3,60	2,30
11. Redes comunitárias	Sim	1,00	1,00	1,00
12. Inserção no mercado	Sim	1,00	1,00	1,00

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Os critérios para capacidade relacional apresentaram impactos moderadamente positivos, refletindo as atividades de pesquisa em âmbito disciplinar específico, com destaque aos grupos de estudo (Tabela 16) e à captação de recursos (Tabela 17), nesse caso por conta da agenda refletir em longevidade das tecnologias, altamente valorizada pelas empresas de agroquímicos.

5.2. Capacidade científica e tecnológica

Tabela 18 – Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional	Sim	0,40	1,60	1,00
14. Infraestrutura operacional	Sim	0,40	3,00	1,70
15. Instrumental operacional	Sim	0,40	0,80	0,60
16. Instrumental bibliográfico	Sim	0,00	0,00	0,00
17. Informatização	Sim	0,00	0,20	0,10
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	0,20	0,00	0,10

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Tabela 19 – Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	Sim	1,00	0,00	0,50
20. Instrumental (ampliação)	Sim	0,00	0,80	0,40
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	0,00	0,00	0,00
22. Contratações	Sim	1,00	3,60	2,30
23. Custeios	Sim	3,00	1,20	2,10

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Os critérios para capacidade científica e tecnológica mostraram impactos positivos e moderados em infraestrutura, tanto em manutenção (Tabela 18) como ampliação (Tabela 19), realmente críticos para a geração de uma tecnologia bastante intensiva em conhecimento. Custeios, contratações e compartilhamento de infraestrutura indicam que cooperações institucionais e apoio financeiro, ademais da capacidade relacional, foram focados no campo científico e tecnológico.

5.3. Capacidade organizacional

Tabela 20 – Impactos na capacidade organizacional – aspecto equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
24. Custos e treinamentos	Sim	1,20	3,60	2,40
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	1,20	1,60	1,40
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	0,40	0,00	0,20
27. Participação em eventos	Sim	1,00	1,60	1,30
28. Organização de eventos	Sim	1,50	0,60	1,05
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	0,00	0,00	0,00

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Tabela 21 – Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	Sim	3,00	0,20	1,60
31. Número de participantes	Sim	3,00	0,20	1,60
32. Unidades demonstrativas	Sim	1,00	0,20	0,60
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	3,00	1,60	2,30
34. Projetos de extensão	Sim	0,50	0,00	0,25
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	0,50	0,00	0,25

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Os critérios para redes e transferência apresentaram impactos positivos, com destaque a treinamentos, tanto para a rede de pesquisa (Tabela 20) como para a rede de transferência (Tabela 21). Cabe salientar, do ponto de vista institucional, que essa tecnologia é amplamente percebida como relevante, justificando as redes de pesquisa e extensão associadas ao tema, bem como o apoio financeiro de empresas de agroquímicos, crucial para que possam prolongar a vida útil de seu portfólio de produtos.

5.4. Produtos de P&D

Tabela 22 – Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos de P&D

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	Sim	3,00	0,00	1,50
37. Artigos indexados	Sim	3,00	0,00	1,50
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	3,00	0,00	1,50
39. Teses e dissertações	Sim	3,00	3,00	1,50
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	1,00	0,00	0,50

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Tabela 23 – Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos tecnológicos

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
41. Patentes/registros	Sim	0,00	0,20	0,10
42. Variedades/linhagens	Sim	0,00	0,00	0,00
43. Práticas metodológicas	Sim	3,00	1,60	2,30
44. Produtos tecnológicos	Sim	0,00	1,60	1,30
45. Marcos regulatório	Sim	0,00	1,00	0,50

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

Nos produtos de P&D estão os maiores impactos observados para a tecnologia, quando observados do ponto de vista da pesquisa, mas nem tanto quanto do ponto de vista da transferência de tecnologia. Foram identificados impactos moderados e positivos em todos os critérios de produção intelectual propostos pelo método (Tabela 22), complementados por práticas que têm permitido situar o manejo da resistência da buva e azevém a herbicidas com relevância e aplicabilidade ao setor produtivo. Os produtos tecnológicos estão restritos às práticas (Tabela 23), de livre uso e sem patentes ou registros associados.

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

Tabela 24 – Análise dos resultados

Impactos	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Índice de capacidade relacional	8,00	10,36	
Índice de capacidade científica-tecnológica	2,70	5,60	
Índice de capacidade organizacional	10,85	4,60	
Índice de produtos de P&D	10,50	2,00	
Índice de impacto de desenvolvimento institucional	8,51	4,91	6,71

*Tipo 1 – Secretário do CTI **Tipo 2 – Supervisor do SIPTT

O impacto no desenvolvimento institucional agregado encontra-se na Tabela 24. Esse índice combina médias obtidas dos critérios, com a importância e os coeficientes de desempenho atribuídos a esses critérios. O manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas proporcionou impacto positivo no desenvolvimento institucional, particularmente pelos aspectos mais próximos ao uso, produtos e

tecnologias associadas, evidenciando proximidade junto à academia, pela realização de pesquisas aplicadas de alta qualidade, e ao setor produtivo, por parcerias constituídas com grandes empresas, promovendo práticas e conhecimentos de elevada utilidade aos produtores. De forma agregada, o impacto obtido pela tecnologia nesse aspecto, ao situar-se entre 6,10 a 15,00, pode ser considerado muito alto.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as análises, a adoção da tecnologia promoveu impactos positivos para os beneficiários sob aspectos econômicos e sociais. Do ponto de vista econômico, o manejo da resistência de buva e azevém a herbicidas resulta em redução de custos superior a R\$ 655,00 por hectare, mais da metade desse valor sendo atribuído à Embrapa. A adoção também contribui para propiciar mais longevidade às tecnologias existentes para controle de plantas daninhas e antecipa soluções para problemas futuros no tema da resistência de plantas daninhas a herbicidas. A área em 2019 supera a 1,3 milhão de hectares e o benefício econômico alcança R\$ 477 milhões de reais. Já os aspectos sociais relacionados à gestão, renda e ocupação apresentaram impactos considerados altos e positivos. No entanto, do ponto de vista ambiental, o resultado do uso da tecnologia não é tão bom, com moderados impactos negativos decorrentes de mais entradas na lavoura, mais frequência de aplicações, maior uso de ingredientes ativos e maior toxicidade agregada, ademais de aumentar o consumo de energia e de emissões à atmosfera e afetar aspectos relacionados à saúde e segurança ocupacional. De fato, problemas complexos e relacionados ao uso de agroquímicos em larga escala realmente não apresentam soluções simples e o uso da tecnologia demonstra que passivos ambientais e de saúde devem ser debitados dos resultados econômicos. Do ponto de vista da Embrapa, trata-se de uma tecnologia que propiciou à sociedade R\$ 73,00 para cada real investido no desenvolvimento, demonstrando robusta viabilidade econômica e o retorno sobre o capital investido na tecnologia foi muito superior aos gastos com desenvolvimento e transferência, ademais de propiciar impacto muito alto no desenvolvimento institucional, especialmente por ser tecnologia intensiva em conhecimento e de elevada utilidade aos agricultores.

7. FONTE DE DADOS

Para a análise dos impactos ecológicos e socioambientais da adoção dos cereais de inverno no planejamento forrageiro para ruminantes foram colhidos dados primários por meio da aplicação de questionários em painel com a participação de 21 técnicos de cooperativas, realizado em Brasília (DF) como parte de agenda conjunta entre a Embrapa Trigo e a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), retendo vasta experiência no tema em questão e representando os ambientes em que a tecnologia é utilizada. Tal modelo de coleta de dados guarda similaridade ao relatado por Rodrigues et al. (2016). Para distinção entre tipos de agricultores, como propõe o método, foram separadas 9 propriedades com mais de 100 hectares e 8 com menos de 100 hectares, representando produtores familiares e patronais, embora ambos os tipos sejam amplamente integrados ao mercado, no âmbito das cooperativas (Tabelas 25 e 26). A avaliação seguiu preceitos propostos por Rodrigues et al. (2017).

Para análise dos impactos no desenvolvimento institucional, foram colhidas as percepções do Secretário Executivo do CTI, denominado de tipo I, e do Supervisor do Setor de Implementação da Programação de Transferência de Tecnologia, denominada de tipo II, ambos da Embrapa Trigo.

Tabela 25 – Propriedades de Tipo I – área inferior a 100 hectares – componentes da avaliação de impactos

	Município	Estado	Área (ha)	Cooperativa a que o produtor é associado
1	Novo Machado	RS	25	Comtul
2	Redentora	RS	50	Cotricampo
3	Tapejara	RS	50	Cotapel
4	Não Me Toque	RS	63	Cotrijal
5	Restinga Seca	RS	70	Camnpal
6	Chapada	RS	80	Coagril
7	Novo Machado	RS	100	Comtul
8	Novo Barreiro	RS	100	Coagril

Tabela 26 – Propriedades de Tipo II – área superior a 100 hectares – componentes da avaliação de impactos

	Município	Estado	Área (ha)	Cooperativa a que o produtor é associado
1	Tuparendi	RS	105	Coopermil
2	Mato Castelhana	RS	121	Coasa
3	Santa Cecília do Sul	RS	140	Coasa
4	Pejuçara	RS	180	Cotripal
5	São Sepé	RS	300	Campal
6	Bom Progresso	RS	350	Cotricampo
7	Ajuricaba	RS	400	Cotripal
8	Santa Bárbara do Sul	RS	800	Cotribá
9	Rio Pardo	RS	1100	Cotribá

Para o cálculo da média dos indicadores e dos índices de impacto social e ambiental foram utilizadas as seguintes fórmulas:

Índices de impacto parcial = coeficiente de alteração x fatores de ponderação k x escala de ocorrência, em que:

Coeficientes de alteração = grande redução (-3); moderada redução (-1); inalterado (0); moderado aumento (+1) e; grande aumento (+3), para indicadores nas propriedades.

Fatores de ponderação k = fração da unidade para indicadores de mesmo critério

Escala de ocorrência = pontual (1); local (2) e; entorno (5)

Média dos índices de impacto parciais Tipo 1 - Produtor familiar (<100 ha)

$$(PF1 + PF2 + \dots PF8) / 8$$

Média dos índices de impacto parciais Tipo 2 - Produtor patronal médio a grande (>100 ha)

$$(PP1 + PP2 + \dots PP9) / 9$$

Critérios = \sum índices de impactos parciais pertinentes, para tipo 1 e tipo 2

Índices integrados (Aspectos) = critérios x fator de ponderação de importância dos critérios, para tipo 1 e tipo 2

Dimensões de impacto = \sum índices integrados, para a totalidade das propriedades

Índice Geral = resultado ponderado de todos os critérios, para a totalidade das propriedades

8. BIBLIOGRAFIA

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; SILVA, A. F. da; AGOSTINETTO, D. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Circular Técnica 132. Embrapa Soja: Londrina, PR, 2017. 11p.

AGOSTINETTO, D. et al. Competição de Trigo e Azevém sob Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada. **Planta daninha** [online]. 2017, vol.35, e017165037. Epub 07-Ago-2017. ISSN 0100-8358. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582017350100050>.

AVILA, A.F.D.; VEDOVOTTO, G. L. & RODRIGUES, G.S. **Avaliação dos Impactos das Tecnologias Geradas pela Embrapa: Metodologia de referência**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 2008. 189p.

CONAB Indicadores da agropecuária **Observatório Agrícola, Ano XXVIII, Nº 5**, 2019. 88p.

EMBRAPA SOJA **Soja em números (safra 2018/19)** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> > Acesso em 28 nov. 2019

PAULA, J.M et al. Competição de trigo com azevém em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta daninha**, Set 2011, vol.29, no.3, p.557-563. ISSN 0100-8358

RODRIGUES, G.S; STUCHI, E.S.; GIRARDI, E.A. Impactos ambientais e tecnologias de controle do huanglongbing (HLB) dos citros: visão dos consultores técnicos. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 68, 2016. 35p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1062857/1/2016BP04.pdf> > Acesso em 28 set. 2018

RODRIGUES, G.S.; OLIVEIRA, P.; NOVAES, R.M.L.; PEREIRA, S.EM.; NICODEMO, M.L.F; SENA, A.L.S.; BELCHIOR, E.B.; ALMEIDA ANDERSON, M.R.M; SANTI, A.; WRUCK, F.J. Avaliação de impactos ambientais de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta conforme contexto de adoção. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. **Documentos** 110, 2017. 38p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070414/1/2017DC01.pdf>> Acesso em 28 set. 2018

TREZZI, M.M. et al. Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta daninha** [online]. 2013, vol.31, n.3, pp.543-550. ISSN 0100-8358. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000300006>

9. EQUIPE RESPONSÁVEL

Tabela 27 – Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

	Membro da equipe	Função
1	Adão da Silva Acosta	Coordenador
2	Jorge Lemainski	Organizador dos painéis de avaliação
3	Lisandra Lunardi	Aplicação do Ambitec Agro
4	Marcelo Martinelli	Fornecimento de dados sobre cooperações
5	Leandro Vargas	Responsável pela tecnologia
6	Vladirene Macedo Vieira	Aplicação do Ambitec Agro

Tabela 28 – Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Origem dos Colaboradores Externos		
1	Cooperativa Agrícola Mista Nova Palma – Camnpal	Nova Palma - RS
2	Cooperativa Agrícola Água Santa – Coasa	Água Santa - RS
3	Cooperativa Mista Tucunduva – Comtul	Tucunduva - RS
4	Cooperativa Mista São Luiz – Coopermil	Santa Rosa - RS
5	Cooperativa Agrícola Tapejara – Cotapel	Tapejara - RS
6	Cooperativa Tritícola Mista Campo Novo – Cotricampo	Campo Novo - RS
7	Cotrijal Cooperativa Agropecuária e Industrial – Cotrijal	Não Me Toque - RS
8	Cotripal Agropecuária Cooperativa – Cotripal	Panambi - RS
9	Cooperativa Tritícola Santa Rosa – Cotrirosa	Santa Rosa - RS
10	Cooperativa dos Agricultores de Chapada – Coagril	Chapada - RS
11	Cooperativa Agrícola Mista General Osório – Cotribá	Ibirubá - RS