



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Nome da tecnologia:	Práticas para mitigar a compactação dos solos
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade:	Embrapa Trigo
Responsáveis pelo relatório:	Adão da Silva Acosta; Jorge Lemainski; José Eloir Denardin; 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

Práticas para mitigar a compactação dos solos

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	
Não se aplica	

1.3. Descrição Sucinta

Em grande parte das lavouras anuais produtoras de grãos do Brasil, o Sistema Plantio Direto (SPD) não está sendo manejado de acordo com as indicações técnicas que o viabilizaram. O descaso com a degradação física do solo (expressa pela compactação do solo) e com o manejo da enxurrada (recorrente por ocasião de chuvas intensas), têm resultado em prejuízos econômicos e ambientais, em razão de perdas por déficit hídrico, mesmo em curtos períodos sem chuva, e de solo, material orgânico, fertilizantes e nutrientes provocadas por erosão hídrica. Ademais, os terraços passaram a ser retirados das lavouras e a semeadura em contorno foi abandonada. As práticas para mitigar a compactação do solo visam reter a água da chuva onde ela cai. A água que escoar sobre o solo não nutre as plantas e nem abastece o lençol freático; ao contrário, transporta solo, matéria orgânica, fertilizantes e outros insumos para os mananciais de superfície e polui o ambiente. São elas: (a) Manejo cultural - uso de plantas de cobertura e de diversificação de culturas para produção de fitomassa; (b) Manejo mecânico - dispositivos para equipar semeadoras, como haste sulcadora estreita e de ação vertical e profunda, com o objetivo de romper a camada compactada, propiciando maior aprofundamento do sistema radicular das plantas e melhorando os fluxos descendente e ascendente de água no perfil do solo; (c) cultivo em contorno; e (d) terraceamento - prática em franco desuso, inclusive em áreas de elevada declividade, sob o pretexto de ganho operacional de máquinas e implementos agrícolas.

Para dimensionar terraços passou-se a usar o aplicativo "Terraço for Windows - Versão 4.1", gerado na Universidade Federal de Viçosa, que emprega variáveis específicas de precipitação pluviométrica da região ou até mesmo da lavoura alvo, taxa de infiltração de água no solo, a declividade do terreno, as dimensões do canal do terraço e o tipo de terraço a ser construído.

Com as acentuadas perdas por estiagens em anos de chuvas abaixo da normal climatológica, firmou-se o entendimento sobre a validação e demonstração desse formato integrado de inovações tecnológicas, visando mitigá-lo e preveni-lo. Em 1997, em ação da Embrapa Trigo, o formato integrado foi submetido à validação em uma lavoura de 149 hectares, em Unidade de Referência Tecnológica pertencente a Sementes Falcão, no município de Sarandi, RS, manejada sob SPD. A inovação tecnológica, ao longo de 21 anos, promoveu redução de 3 a 4 vezes o número de terraços por unidade de área cultivada; reteve volume de chuva correspondente ao maior retorno em 25 anos; as doses de adubo foram reduzidas em cerca de

40%, e a adubação passou a ser concentrada nos cereais de inverno antecedentes à soja; o efeito da calagem realizada em 1997 perdurou por 13 anos; a produtividade das culturas tem se mantido estável ou em elevação e em anos extremos de estiagem, a produtividade de soja tem sido superior em até 3 vezes a média regional.

Desde 2006, dias de campo e capacitações para estudantes, técnicos em agropecuária, engenheiros agrônomos, consultores autoridades políticas e produtores rurais têm sido constantemente realizadas nessa lavoura, e novas unidades de referência como ações de transferência de tecnologia têm sido instaladas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

1.4. Ano de Início da geração da tecnologia: 1996

1.5. Ano de Lançamento: 2006

1.6. Ano de Início da adoção: 2008

1.7. Abrangência da adoção:

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

1.8. Beneficiários

Agricultores e cadeias produtivas de grãos do sul do Brasil.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

A compactação do solo assola as lavouras temporárias brasileiras decorrente da adoção do “Plantio Direto” em detrimento do “Sistema Plantio Direto”, e está presente em, pelo menos, 27,5 milhões de hectares de lavouras temporárias do Brasil, isto é, em 61,8% dos 44,5 milhões de hectares atualmente cultivados com espécies desta natureza. Essa abrangência pode ser ainda maior e estar ocorrendo em cerca de 33 milhões de hectares, o que equivaleria a mais de 70% das lavouras no País (Conab, 2018). Há percepção e constatação de que a compactação do solo é uma questão de “risco-Brasil” ao desenvolvimento econômico do País.

As culturas agrícolas, a exemplo do trigo, soja ou milho, necessitam de seis a oito milímetros de água fornecida pelo solo, por dia, para realizar os processos fisiológicos com vistas a expressar o potencial produtivo. A compactação e o adensamento do solo limitam a oferta de água do solo à planta abaixo do necessário, além de reduzirem a disponibilidade de oxigênio, essencial ao desenvolvimento das plantas, impactando na redução da produtividade dos cultivos. Sem práticas complementares à cobertura do solo e com o abandono da semeadura em contorno tem sido constatada com frequência alarmante a ocorrência

de erosão hídrica, que promove danos econômicos e ambientais, consequência da perda de material orgânico, fertilizantes e nutrientes em suspensão ou em solução na enxurrada. Também é notória a redução da taxa de infiltração de água no solo e a manifestação de déficit hídrico pelas plantas, quando da ocorrência de pequenos veranicos. Evidências que comprovam as perdas econômicas são: (1) a elevação recorrente do consumo de fertilizante por unidade de produto agrícola gerado, que vem sendo observada nos últimos anos no Brasil e (2) as quebras de safras agrícolas em anos com chuva abaixo da normal climatológica.

A matriz produtiva de espécies temporárias no Brasil foi estruturada, em cerca de 60% da área cultivada, por uma única safra agrícola, com domínio do monocultivo soja/pousio e produção de restos de cultura muito abaixo da demanda biológica do solo. A essa matriz está associada a calagem na superfície do solo, desenvolvida e validada, exclusivamente para o “Sistema Plantio Direto”. A técnica da calagem, assim praticada, invariavelmente eleva o pH do solo acima de 7,0, em sítios da superfície do solo. Quando essa técnica de calagem é aplicada em solos cauliniticos, com baixo teor de matéria orgânica, inclusive decorrente do baixo aporte de restos de cultura ao solo, o processo de adensamento é acelerado. A obstrução da porosidade da camada subsuperficial do solo reduz a taxa de infiltração de água no solo, antecipando os sintomas de déficit hídrico, mesmo em curtos períodos de tempo sem chuva.

Particularmente, no sul do Brasil, a compactação e/ou o adensamento do solo são responsáveis por perdas em três a cada dez safras, que deixam de movimentar milhões de reais. Daí a importância em ampliar o uso das práticas para mitigar a compactação, como forma exequível e econômica de reter água no solo, quando em anos de chuvas abaixo da normal climatológica.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

Se aplica: sim (x)

não ()

Se aplica: sim (x) não ()

3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade

Tabela 1 – Benefícios Econômicos por Incremento de Produtividade

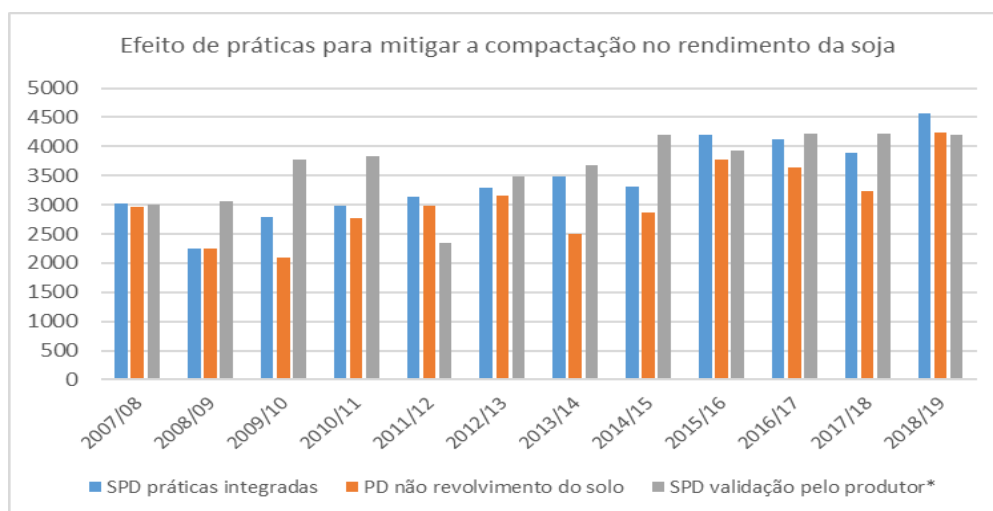
Ano	Rendimento Anterior/UM	Rendimento Atual/UM	Preço Unitário R\$/UM	Custo Adicional R\$/UM	Ganho Unitário R\$/UM	Participação da Embrapa %	Ganho Líquido Embrapa R\$/UM	Área de Adoção ha	Benefício Econômico R\$
	(A)	(B)	(C)	(D)	$E = [(B-A) \times C] - D$	(F)	$G = (E \times F)$	(H)	$I = (G \times H)$
2008	49,32	50,34	42,49	57,50	-14,26	30	-4,28	350.846	-1.501.399,29
2009	37,33	37,33	43,66	63,26	-63,26	30	-18,98	372.682	-7.072.199,97
2010	34,94	46,47	35,97	62,36	352,57	30	105,77	402.496	42.572.519,90
2011	46,31	49,81	41,79	70,31	76,10	30	22,83	357.950	8.172.092,69
2012	49,74	52,20	56,22	74,02	64,16	30	19,25	354.587	6.825.416,83
2013	52,55	54,80	56,65	80,55	46,91	30	14,07	325.349	4.578.880,49
2014	41,57	58,00	61,42	85,26	924,08	30	277,22	350.846	97.262.966,59
2015	47,82	55,27	60,54	88,61	362,42	30	108,73	372.682	40.519.999,52
2016	62,95	70,02	69,66	99,19	393,07	30	117,92	402.496	47.463.213,81
2017	60,58	68,70	64,08	98,78	421,34	30	126,40	357.950	45.245.703,29
2018	53,90	64,77	77,88	105,79	740,51	30	222,15	354.587	78.772.140,31
2019	70,50	76,11	68,00	109,26	272,22	30	81,67	773.873	63.199.112,42

3.1.2. Análise dos impactos econômicos

Considera-se nesta análise a cultura da soja pois, ademais de ser a principal cultura de verão, apresenta oscilação da produção fortemente correlacionada com a disponibilidade hídrica, principal responsável pela variação da produtividade da oleaginosa entre anos e consequência direta da compactação do solo. Mesmo sendo a produtividade resultante de vários efeitos somados, o cuidado com o solo funciona similarmente a um seguro para os anos ruins, em que essas práticas são insuficientes para sustentar a produtividade potencial das culturas. Os benefícios econômicos por incremento de produtividade gerados pelo uso da tecnologia nas safras de adoção encontram-se na Tabela 1. Ante a variação dos rendimentos a cada ano, considerando os preços pagos aos produtores e os custos adicionais incorridos pelo emprego da tecnologia, o ganho unitário foi variável, inclusive negativo em alguns anos. Em 2019, o ganho foi de R\$ 272,22, bem inferior ao de 2018, devido a diferença de produtividade entre adotantes e não adotantes das práticas integradas nesse ano ser menor pela ausência de déficit hídrico. A participação estimada da Embrapa no desenvolvimento da tecnologia foi de 30% e a área de adoção aumentou para cerca de 774.000 hectares, principal responsável pela expressiva contribuição da tecnologia em análise, resultando em significativo benefício econômico gerado pela tecnologia de R\$ 63,2 milhões em 2019 (Tabela 1).

3.1.2.1. Passo a passo da construção do benefício econômico

Rendimento Anterior/Rendimento Atual – Foi realizado o cálculo de incremento de produtividade em duas condições de uso do solo obtidas sob experimentação: uma com a evolução de práticas conjuntas para mitigar a compactação do solo representativa do sistema plantio direto (SPD), outra simulando a semeadura sem revolvimento do solo, representativa do Plantio Direto (PD), de uso predominante pelos agricultores. O uso da tecnologia também foi validado em propriedade de referência tecnológica (Figura 1). Consistentemente, durante as dez safras em análise, o uso da solução tecnológica, denominado ‘rendimento atual’ foi superior ao obtido no manejo predominante, denominado ‘rendimento anterior’, confirmando que se trata de grande oportunidade para estabilizar receitas e benefícios econômicos especialmente em anos de frustração de safras. Em 2019, o ‘rendimento atual’, representativo das práticas integradas, foi de 76,11 sacas por hectare e o rendimento anterior, apenas sem revolvimento do solo, foi de 70,50 sacas por hectare.



*Guilherme Setti - Almirante Tamandaré do Sul - RS

Figura 1 – Produtividade de soja em diferentes sistemas de manejo do solo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008 a 2018.

Preço Unitário – Os preços unitários foram calculados com base no preço médio da soja recebido pelos produtores, R\$ 68,00/saca de 60 kg, com base no mês de abril (Conab, 2019)

Custo Adicional – A adoção da tecnologia implicou em custos adicionais, na construção de terraços, aquisição de sementes, corretivos, adubação de base e de cobertura, segundo dados obtidos em propriedade de referência. Estima-se que, das práticas para mitigar a compactação do solo, o cultivo em contorno não implica desembolso pelos produtores. Da mesma forma, gastos com plantas de cobertura ou de diversificação seriam equivalentes ao desembolso com outras culturas, exceto pousio. Já práticas mecânicas para subsolagem e construção de terraços realmente ocasionaram desembolso significativo, cerca de R\$ 1.100,00 por hectare (Tabela 2), porém com retorno em safras subsequentes. Entre os adotantes, ao longo dos anos, sempre haverá produtores realizando subsolagem ou construindo terraços, enquanto outros estarão se beneficiando do efeito das práticas. Nessa perspectiva, diluiu-se em 10 anos os custos associados a essas práticas, estimados em R\$ 109,26/ha adicionais na área de uso estimado da solução tecnológica em 2018.

Tabela 2 – Custos adicionais para implementar práticas para mitigar a compactação do solo em 142 ha de lavoura, no município de Ronda Alta. Embrapa Trigo, 2019

Implemento	Operação	Horas	Consumo diesel (l/hora)	Custo diesel ¹ (R\$)	Custo operacional ² (R\$)	Custo total (R\$)
Hercules	Gesso	56	8	1.612,80	2.520,00	4.132,80
Concha	Gesso	15	5	270,00	675,00	945,00
Plaina	Nivelamento	365	9	11.851,92	16.461,00	28.312,92
Arado	Terraço	438	11	17.344,80	19.710,00	37.054,80
Brutus	Calcário	143	15	7.722,00	6.435,00	14.157,00
Concha	Calcário	16	5	288,00	720,00	1.008,00
Tornado	Adubação	54	5	972,00	2.430,00	3.402,00
Fox	Subsolagem	140	38	19.152,00	6.300,00	25.452,00
Grade aradora	Incorporação	140	30	15.120,00	6.300,00	21.420,00
Grade niveladora	Nivelamento	87	28	8.769,60	3.915,00	12.684,60
Grade niveladora	Nivelamento	18	13	842,40	810,00	1.652,40
Todos	Todas	1472	167	83.945,52	66.276,00	150.221,52
Custo (R\$/ha)				591,17	466,73	1.057,90
Atualização 2019 ³						1.092,61

¹ Preço do Diesel – R\$ 3,60/l; ² Custo operacional e da mão de obra R\$ 45,00/hora; ³variação novembro 2018/outubro 2019

Participação da Embrapa – A participação da Embrapa foi de, aproximadamente 30%, ao considerar dois componentes: o desenvolvimento tecnológico e a estruturação de ações específicas de transferência de tecnologia para o tema, com importância atribuída de 50% para cada componente. Não há contribuição da Embrapa para o cultivo em contorno e para o terraceamento, inclusive porque se confundem com o avanço da agricultura em distintas civilizações. Porém convém lembrar que o abandono de tais práticas em plantas de lavoura no Brasil é decorrente de inovações associadas à máquinas e implementos que, se por um lado são facilitadores da execução de práticas agrícolas, por outro lado são as principais responsáveis pelas enormes perdas de solo decorrentes de erosão. De outra forma, é possível atribuir participação da Embrapa para culturas de cobertura e para subsolagem. Experimentos de longa duração com diferentes espécies em sucessão ou rotação dão à Embrapa um percentual significativo de contribuição ao uso de culturas de cobertura na agricultura conservacionista para produção de matéria seca e raízes e, conseqüentemente, na mitigação da compactação do solo. O mesmo se aplica aos estudos de mecanização

agrícola aplicados ao manejo do solo, especialmente a criação, avaliação e ajuste de mecanismos rompedores da compactação do solo. Para ambas práticas se atribui 20% de participação da Embrapa. A contribuição mais recente da Embrapa está relacionada ao formato integrado de transferência de tecnologia dos conteúdos relacionados ao tema para incorporação das práticas ao setor produtivo junto a redes de extensionistas, assistentes técnicos privados e de cooperativas, pesquisadores, professores e produtores. A participação da Embrapa nesse trabalho está estimada em 50%, pois provê os meios para aquisição e assimilação tecnológicas, enquanto o uso e a inovação estão a cargo dos parceiros das redes constituídas. Considerando essas premissas, a participação estimada da Embrapa para a solução tecnológica é de 30%, conforme o seguinte cálculo:

$$\begin{aligned} \text{Participação Embrapa} &= [(Cultivo \text{ em contorno}=0,00) + (Terraceamento=0,00) + (Culturas \text{ de} \\ &\text{cobertura}=0,20) + (Subsolagem = 0,20) / 4.0,50] + \{Formato \text{ de transferência de tecnologia} = 0,50.0,50\} \\ &= [0,01.0,50] + [0,50.050] \\ &= 0,05 + 0,25 \\ &= 0,30 \end{aligned}$$

Área de Adoção – A área de adoção foi delimitada pelas mesorregiões do IBGE do Sul do Brasil onde houve atuação articulada para aquisição, assimilação e uso da solução tecnológica. Para obter essa área foi realizado levantamento de informações em cooperativas com abrangência nas mesorregiões onde foram realizadas ações de transferência de tecnologia, sendo o percentual de adoção estimado pela consulta a gestores e técnicos dessas cooperativas. O levantamento considerou o uso parcial da solução, com as quatro práticas utilizadas isoladamente, ou o uso integral da solução, com as quatro práticas utilizadas de forma agregada em 321 mil hectares, definida como área de inferência. Em 2019, as culturas de cobertura e o cultivo em contorno foram práticas com adoção em torno de 50%, equivalente ao obtido em 2018. Terraços estão presentes em cerca de 20% da área amostrada, igual a 2018, enquanto a subsolagem apresentou um substancial aumento, sendo praticada em pouco mais de 14%, continuando a ser a prática que mais limita a adoção integrada. O uso apurado dessas práticas foi de 16,95%. Considerando a grande variação entre 2018 e 2019, optou-se por diminuir em um desvio padrão de 1,22%, estimando-se o percentual de adoção das práticas para mitigar a compactação do solo em 15,73% em 2019 (Tabela 3).

Tabela 3 – Adoção de práticas integradas para mitigar a compactação do solo, segundo levantamento junto a cooperativas presentes nas mesorregiões do IBGE em que foram realizadas ações de transferência de tecnologia. Embrapa Trigo, 2018

Cooperativas	Área de inferência (ha)	Participação Ponderada (%)				
		Cultivo em contorno	Terraços	Plantas de cobertura	Subsolagem	Práticas integradas
2018	1.187.200	40,69	18,90	57,22	8,36	6,70
Desvio padrão		2,89	1,18	3,36	0,40	0,40
2019	321.000	50,06	20,03	52,27	14,46	16,95
Desvio padrão		3,78	2,07	3,14	1,04	1,22

O percentual de adoção das práticas integradas obtido no levantamento de 2019 foi multiplicado pela soma da área cultivada com soja nas mesorregiões de uso da solução tecnológica: Sudoeste Paranaense (PR); Centro-Sul Paranaense (PR); Oeste Catarinense (SC); Norte Catarinense (SC); Noroeste Rio-grandense (RS); e Nordeste Rio-grandense (RS), quase 5,0 milhões de hectares (IBGE, 2019), resultando numa área de adoção estimada em cerca de 774 mil hectares, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Área estimada de adoção de práticas integradas para mitigar a compactação do solo, segundo mesorregiões do IBGE e percentual de uso da solução tecnológica, no período de 2014 a 2018. Embrapa Trigo, 2018.

Ano	Área cultivada com soja (ha)	Uso de práticas integradas (%)	Área de adoção (ha)
2018	4.994.190	7,10	354.587
2019	4.919.729	15,73	773.873

3.2. Custos da Tecnologia

3.2.1. Estimativa dos Custos

A estimativa dos custos relacionados às práticas para mitigar a compactação dos solos considerou indicadores e rateios decorrentes do processo de desenvolvimento da tecnologia. Alguns fatores dificultam a identificação desses custos, principalmente uma certa subjetividade na mensuração de tempo de pessoal envolvido, valoração de conhecimentos e experiência da equipe envolvida, entre outros, ademais da correta alocação. Apesar da tecnologia ter a participação de outras instituições, os custos referem-se exclusivamente àqueles 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 e estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativa dos custos

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2004	881.901,26	71.287,50	27.270,36	R\$ 10.693,13	0,00	991.152,25
2005	899.185,17	71.287,50	18.245,21	10.693,13	0,00	999.411,01
2006	930.710,72	71.287,50	29.888,34	10.693,13	0,00	1.042.579,68
2007	988.615,47	71.287,50	21.041,71	10.693,13	0,00	1.091.637,81
2008	1.106.097,19	278.995,20	21.576,51	41.849,28	0,00	1.448.518,18
2009	797.151,40	278.995,20	29.013,58	41.849,28	0,00	1.147.009,47
2010	879.032,41	278.995,20	39.431,50	41.849,28	0,00	1.239.308,40
2011	931.335,32	278.995,20	54.513,52	41.849,28	0,00	1.306.693,31
2012	996.112,15	278.995,20	76.105,06	41.849,28	0,00	1.393.061,68
2013	2.313.690,77	381.543,55	70.757,20	57.231,53	0,00	2.823.223,05
2014	2.398.239,45	381.543,55	56.378,82	57.231,53	0,00	2.893.393,35
2015	2.654.546,34	381.543,55	62.135,09	57.231,53	72.734,36	3.228.190,87
2016	2.844.012,00	381.543,55	89.091,51	57.231,53	97.202,00	3.469.080,60
2017	2.818.205,72	381.543,55	213.195,88	57.231,53	96.982,86	748.953,82
2018	3.106.626,36	381.543,55	67.005,14	57.231,53	121.362,86	3.733.769,44
2019	3.235.821,01	397.410,73	80.172,13	59.611,61	146.377,00	3.919.392,48
Total	24.963.077,02	4.366.798,03	955.821,55	655.019,71	534.659,07	31.475.375,38

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 somada à encargos sociais da equipe envolvida na geração e transferência da tecnologia. Para isso, foram levantados

dados da equipe da Embrapa em cada 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 Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) de novembro de cada ano.

Custeio da Pesquisa – Estimado com base na execução dos projetos ‘Caracterização, diagnose e mitigação da compactação do solo em sistema plantio direto, na região de clima subtropical úmido’; ‘Melhoria da camada subsuperficial do solo sob sistema plantio direto na região subtropical do Brasil’; e ‘Aprimoramento, inovação e desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias em sistema plantio direto para o agronegócio brasileiro’.

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. Os valores elevados de depreciação em 2017 referem-se à incorporação de máquinas, equipamentos e implementos ao patrimônio da Embrapa Trigo.

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 aos 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).

Os custos associados à tecnologia somaram cerca de R\$ 31,5 milhões, sendo o maior custo apurado relacionado às despesas com pessoal, necessário à execução de projetos de grande porte e amplitude nacional e, de maneira geral, semelhante ao observado em avaliações similares e atribuído ao fato da Embrapa, como empresa de inovação, ser intensiva em capital intelectual. Em segundo lugar, estão os valores de custeio relacionados com a execução dos projetos de pesquisa, bem acima dos custos de depreciação, de administração e de transferência de tecnologia, também adequados ao perfil da Embrapa.

3.3. Análises de rentabilidade

Tabela 6 – 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)
66,2%	25,32	R\$ 187.628

Na avaliação da Taxa Interna de Retorno (TIR), a tecnologia estudada apresentou índice positivo e expressivo de 66,2%, 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. Para a relação Benefício/Custo (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 25,32 unidades de capital recebidas 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 Valor Presente Líquido (VPL), para uma taxa de atratividade de 6% ao ano, o resultado obtido foi cerca de R\$ 188 milhões. Assim, os benefícios advindos do uso da tecnologia não apenas suportaram o investimento

realizado, como oportunizaram remuneração à taxa mínima exigida e geraram excedente financeiro. Em todas as situações avaliadas, há viabilidade econômica das práticas para mitigar a compactação do solo e o retorno sobre o capital investido na tecnologia é superior aos gastos realizados com desenvolvimento e transferência.

3.4. Instituições envolvidas/parcerias- Inclusão verificar

Parcerias no desenvolvimento da solução tecnológica: Embrapa Cima Temperado; Embrapa Instrumentação Agropecuária; Embrapa Roraima; Embrapa Rondônia; Embrapa Milho e Sorgo; Embrapa Gado de Corte; Embrapa Soja; Embrapa Algodão; Embrapa Arroz e Feijão; Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Agrossilvipastoril; e Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Parcerias na transferência da solução tecnológica: Ascar/Emater-RS, Emater/PR; Universidade de Passo Fundo – UPF; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB; Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e de Desenvolvimento Rural do RS; Conselho Regional de Engenharia e Agronomia –CREA/RS e PR; Sociedade de Agronomia do Rio Grande do Sul – SARGS; Associações de Engenheiros Agrônomos no Paraná e Santa Catarina; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Universidade Federal de Santa Maria –UFSM; Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UFTP; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha – IFFAR; Universidade Regional Integrada – URI; Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC; e Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS.

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 21 propriedades, sendo 10 delas com área inferior a 100 hectares, compondo um grupo denominado de tipo I, e 11 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 tecnologias: 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.

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Tabela 7 – 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 agrícolas	Sim	-4,75	-3,25	-4,00
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	-	-	-
6. Consumo de energia	Sim	-3,00	-6,00	-4,50
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Não	-	-	-
8. Emissões à atmosfera	Não	-	-	-
9. Qualidade do solo	Sim	2,75	5,63	4,19
10. Qualidade da água	Sim	1,50	1,00	1,25
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 das práticas para mitigar a compactação do solo foram obtidos índices de impacto para os critérios uso de insumos agrícolas e consumo de energia, cujas médias obtidas para as duas tipologias de propriedades são apresentadas na Tabela 7. Para o critério uso de insumos agrícolas foram evidenciados impactos similares e negativos nos indicadores entre os tipos de propriedade. Houve maior impacto negativo pela aplicação de fertilizantes nas propriedades menores e por calcário nas propriedades maiores. Trata-se de resultado esperado considerando que a demanda por raízes e matéria seca para cobertura exige reposição de fertilizantes, e a necessidade de correção do solo por ocasião da construção de terraços exige calcário. Ademais, propriedades que adotam práticas integradas têm maior produtividade, demandando fertilizantes, cujo uso pode ser decrescente, mas é indispensável e justifica os índices obtidos. Ainda do ponto de vista da eficiência tecnológica, foi também avaliado o critério consumo de energia sintetizado na utilização de combustíveis fósseis, cujo impacto pareceu mais negativo nas propriedades maiores. Pode-se especular a necessidade de maior trânsito e uso de máquinas e implementos para o emprego das práticas que justifica a decorrente maior utilização do diesel nesse perfil de propriedade.

Acerca da qualidade ambiental, foram avaliados os impactos relacionados à qualidade do solo e qualidade da água. Para qualidade do solo foram utilizados indicadores erosão, perda de matéria orgânica e de nutrientes, além da compactação. Destaca-se amplamente o impacto positivo observado para qualidade do solo, especialmente devido à distribuição equivalente entre os impactos pela menor erosão, menor perda de matéria orgânica, menor perda de nutrientes e menor compactação, principalmente nas propriedades menores. A compactação, apesar do impacto positivo observado no indicador, contribui menos para o resultado agregado de qualidade do solo nas propriedades maiores, o que pode ser decorrente da percepção ainda existente de que a permanente cobertura do solo e a elevada quantidade de palha, ao impactar positivamente nas características físicas, químicas e biológicas do solo, prescindem de práticas mecânicas de descompactação. Ainda assim, são resultados excelentes e alinhados ao esperado para propriedades que executam as práticas preconizadas para mitigação da compactação do solo. Para qualidade da água, as propriedades menores também apresentaram melhores indicadores, possivelmente em decorrência dos resultados obtidos para qualidade do solo. Menor erosão, menores perdas de matéria orgânica e de nutrientes e menor compactação do solo, propiciaram melhores resultados de turbidez e sedimentação da água.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

Tabela 8 – Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	6,00	6,00	6,00
16. Qualificação e oferta de trabalho	Sim	0,25	0,15	0,20
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 e qualificação e oferta de trabalho. Destaca-se o tema da capacitação, decorrente da adoção da tecnologia (Tabela 8). Não há distinção entre tamanhos de produtores para o resultado obtido, o que demonstra o impacto da ampla agenda de treinamentos, palestras e dias de campo levados e efeito em conjunto entre a Embrapa, extensão rural, assistentes técnicos privados, cooperativas e organismos de fomento. Em relação ao critério qualificação e oferta de trabalho, utilizaram-se como indicadores os limites da propriedade e o tipo de trabalho, se temporário, permanente ou familiar. O impacto mostrou-se próximo à neutralidade, sendo a principal contribuição advinda de empregos familiares em propriedades menores. De toda forma, a tecnologia não se mostrou capaz de oportunizar empregos de maneira relevante, mesmo familiares e tampouco é um objetivo atribuível, apesar de haver espaço para prestação de serviços, particularmente na alocação e construção de terraços. Não foram captados aspectos relacionados à qualidade do emprego no levantamento junto aos assistentes técnicos.

Tabela 9 – Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	5,40	5,85	5,63
20. Valor da propriedade	Sim	5,30	5,30	5,30

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

O uso de práticas para mitigar a compactação do solo foi avaliado também quanto aos critérios geração de renda e valor da propriedade. Apresentou significativo e positivo impacto na geração de renda dos estabelecimentos devido à estabilização da produção, principalmente em anos de chuvas abaixo da normal climatológica, o que proporciona mais segurança na geração de renda entre anos (Tabela 9). 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 do solo como elemento chave para reprodução das propriedades ao longo do tempo.

Tabela 10 – Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	-0,85	-0,35	-0,60
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 ocupacional dos produtores, principalmente nas menores propriedades (Tabela 10). Ademais da natureza da atividade agrícola, dois fatores podem contribuir para o resultado obtido: falta de equipamentos de proteção e consequente exposição a agentes químicos, quando da dessecação das plantas de cobertura, parte importante das práticas integradas, ou ao ruído das operações com máquinas e equipamentos, quando da construção e manutenção de terraços ou da descompactação do solo. Isto no caso dos produtores familiares. Já no caso das propriedades maiores, com mão de obra contratada e uso de EPIs, ainda que negativos, os riscos associados a esses índices caem para mais da metade.

Tabela 11 – 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	3,95	5,70	4,83
24. Condição de comercialização	Sim	0,00	0,00	0,00
25. Disposição de resíduos	Não	-	-	-
26. Gestão de insumos químicos	Não	-	-	-
27. Relacionamento institucional	Não	-	-	-

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

Para avaliar o impacto no critério gestão e administração da propriedade, foram avaliados os indicadores relacionados à dedicação e perfil do responsável e à condição de comercialização (Tabela 11). 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. Quanto à condição de comercialização, o resultado foi neutro, pois possivelmente os custos decorrentes da implantação da prática, diluídos ao longo dos anos, foram compensados pelos resultados da comercialização, a cada safra.

4.3. Índice de Impacto Socioambiental

Tabela 12 – Análise dos Resultados

Impactos	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Índice de impacto ambiental	-0,20	0,10	
Índice de impacto econômico	4,20	4,30	
Índice de impacto social	0,20	0,40	
Índice de impacto geral	0,83	1,68	1,26

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

Os índices integrados que refletem diferentes aspectos da avaliação de impactos estão apresentados nas Tabela 12. O índice de impacto socioambiental para as práticas para mitigar a compactação do solo foi de 1,26, considerado moderado. Por outro lado, os critérios ponderados proporcionaram obter os índices integrados que refletem diferentes aspectos da avaliação de impactos. A tecnologia proporcionou impactos predominantemente positivos, tanto nas propriedades maiores (1,68), como nas menores (0,83). Foram evidenciados melhores resultados nos índices de impacto econômico, alto e equivalente entre os tamanhos de propriedades, especialmente pela geração de renda, aumento no valor da propriedade e pela melhoria na gestão e administração. Seguiram-se os impactos sociais e ecológicos, em que as propriedades maiores obtiveram índices melhores que as propriedades menores. Nessas, inclusive, o índice de impacto ambiental foi negativo por conta do balanço desfavorável entre a eficiência tecnológica e a qualidade ambiental, decorrente do uso de insumos e da menor segurança e saúde ocupacional.

4.4. Impactos sobre o Emprego

Tabela 13 – 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 14 – 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	0,50	0,70	0,60
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	1,00	1,40	1,20
3. <i>Know-who</i>	Sim	1,50	2,40	1,95
4. Grupos de estudo	Sim	0,00	1,60	0,80
5. Eventos científicos	Sim	1,00	4,80	2,90
6. Adoção metodológica	Sim	1,00	0,00	0,50

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

Tabela 15 – Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	1,50	1,20	1,35
8. Interatividade	Sim	3,00	0,40	1,70
9. <i>Know-who</i>	Sim	1,50	2,40	1,95
10. Fontes de recursos	Sim	3,00	4,80	3,90
11. Redes comunitárias	Sim	3,00	4,80	3,90
12. Inserção no mercado	Sim	3,00	0,00	1,50

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

Os critérios para capacidade relacional apresentaram impactos predominantemente positivos, refletindo as atividades de pesquisa em âmbito disciplinar específico (Tabela 14), com destaque às redes comunitárias e ao acesso a fonte de recursos (Tabela 15), refletindo o caráter aplicado das pesquisas desenvolvidas.

5.2. Capacidade científica e tecnológica

Tabela 16 – 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	1,00	4,20	2,60
14. Infraestrutura operacional	Sim	0,40	2,40	1,40
15. Instrumental operacional	Sim	0,00	0,00	0,00
16. Instrumental bibliográfico	Sim	0,00	0,00	0,00
17. Informatização	Sim	0,00	0,00	0,00
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	0,00	0,00	0,00

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

Tabela 17 – 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	0,00	0,00	0,00
20. Instrumental (ampliação)	Sim	0,00	0,00	0,00
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	0,00	0,00	0,00
22. Contratações	Sim	0,40	0,00	0,20
23. Custeios	Sim	0,40	0,00	0,20

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

Os critérios para capacidade científica e tecnológica não mostraram impactos relevantes para a capacidade científica e tecnológica decorrentes da tradição da atuação da Embrapa Trigo no tema (Tabelas 16 e 17). Apesar do reconhecimento das pesquisas desenvolvidas no tema, não houve correspondente reflexo nos vários critérios avaliados, exceto a infraestrutura institucional.

5.3. Capacidade organizacional

Tabela 18 – 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	3,00	4,00	3,50
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	3,00	1,40	2,20
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	0,00	0,00	0,00
27. Participação em eventos	Sim	1,00	4,80	2,90
28. Organização de eventos	Sim	0,50	2,40	1,45
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	0,00	0,00	0,00

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

Tabela 19 – 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	4,80	3,90
31. Número de participantes	Sim	3,00	4,80	3,90
32. Unidades demonstrativas	Sim	3,00	4,80	3,90
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	3,00	1,60	2,30
34. Projetos de extensão	Sim	0,50	1,80	1,15
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	0,00	0,00	0,00

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

Os critérios para redes de pesquisa e transferência apresentaram impactos amplamente positivos, com destaque a treinamentos e participantes. Cabe salientar, do ponto de vista institucional, que essa

tecnologia é amplamente percebida como relevante, justificando as amplas redes de pesquisa e extensão associadas ao tema (Tabela 18). Cabe menção especificamente às ações de transferência de tecnologia de grande alcance e sucesso: capacitação de assistentes técnicos públicos, agricultores líderes, técnicos em ciências agrárias, estudantes e professores, em dias de campo, palestras e estações temáticas (Tabela 19). As ações da Unidade têm apoiado a agenda da Embrapa para o tema em âmbito nacional e a implementação de uma política pública de manejo e conservação do solo e da água no sul do Brasil.

5.4. Produtos de P&D

Tabela 20 – 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	1,60	2,30
37. Artigos indexados	Sim	1,00	3,40	2,20
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	1,00	0,00	0,50
39. Teses e dissertações	Sim	0,40	1,00	0,70
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	1,20	0,00	0,60

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

Tabela 21 – 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	0,00	0,00
42. Variedades/linhagens	Sim	0,00	0,00	0,00
43. Práticas metodológicas	Sim	1,00	0,00	0,50
44. Produtos tecnológicos	Sim	0,00	0,00	0,00
45. Marcos regulatório	Sim	0,00	0,00	0,00

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

Nos produtos de P&D foram identificados impactos moderadamente positivos para publicações, como produtos de P&D (Tabela 20), e para práticas metodológicas, como produtos tecnológicos, que têm acrescido qualidade à abordagem da tecnologia, com relevância e aplicabilidade ao setor produtivo (Tabela 21).

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

Tabela 22 – Análise dos resultados

Impactos	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Índice de capacidade relacional	10,00	12,25	
Índice de capacidade científica-tecnológica	1,10	2,10	
Índice de capacidade organizacional	10,00	15,00	
Índice de produtos de P&D	3,80	3,00	
Índice de impacto de desenvolvimento institucional	5,74	7,11	6,43

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

O impacto no desenvolvimento institucional agregado encontra-se na Tabela 22. Esse índice combina médias obtidas dos critérios, com a importância e de coeficientes de desempenho atribuídos a esses critérios. As práticas para mitigar a compactação do solo proporcionaram impacto positivo no desenvolvimento institucional, particularmente pelos aspectos que evidenciam proximidade ao setor produtivo, provendo práticas e conhecimentos de elevada utilidade aos produtores e refletidos nos índices

muito altos para capacidade relacional e organizacional e apenas moderados para a capacidade tecnológica e para produtos de P&D. De forma agregada, o impacto obtido pela tecnologia situou-se acima de 6,00, considerado muito alto.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas para mitigar a compactação do solo proporcionaram impactos positivos em grandes e pequenas propriedades. Destaca-se o impacto positivo e relevante observado para qualidade do solo, especialmente devido à distribuição equivalente entre os impactos pela menor erosão, menor perda de matéria orgânica, menor perda de nutrientes e menor compactação. São resultados excelentes e alinhados ao esperado para propriedades que executam as práticas preconizadas. Quanto aos índices integrados, o principal impacto foi o econômico, com índice superior a 4,0 e considerado alto, tanto em grandes como em pequenas propriedades, seguido pequenos impactos sociais e ambientais. O impacto econômico percebido é justificável pelo incremento de produtividade obtido em anos de safras abaixo da normal climatológica nas regiões de uso da tecnologia. Em 2019, a área estimada de adoção aumentou para cerca de 774.000 hectares, principal responsável pelo expressivo benefício econômico gerado pela tecnologia, de R\$ 63,2 milhões. Dessa forma, retornou 25,3 unidades de capital como benefício para a sociedade a cada unidade de capital aplicada pela Embrapa, o que também reflete a combinação entre atendimento a tema crítico para os produtores e uma grande área de adoção. De fato, trata-se de tecnologia que está em curva crescente de adoção, com sólida rede de transferência estabelecida e que atingiu mais de 55.000 agricultores e profissionais do agronegócio, com impacto muito alto na capacidade relacional e organizacional da Embrapa, principal responsável pelo elevado índice de impacto institucional obtido, com índice de 6,43.

7. FONTE DE DADOS

Para a análise dos impactos ecológicos e socioambientais da adoção das práticas para mitigar a compactação do solo 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 13 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 23 e 24). Foram obtidos coeficientes de alteração para 32 indicadores previamente escolhidos. 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 23 – 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	Tuparendi	RS	12	Coopermil
2	Novo Machado	RS	15	Comtul
3	Iraceminha	SC	17	Auriverde
4	Miraguaí	RS	20	Cotricampo
5	Novo Machado	RS	25	Comtul
6	Novo Barreiro	RS	25	Coagril
7	Chapada	RS	30	Coagril
8	Não Me Toque	RS	30	Cotrijal
9	Iraceminha	SC	40	Auriverde
10	Restinga Seca	RS	50	Camnpal
11	Marau	RS	70	Coasa
12	Ajuricaba	RS	80	Cotripal
13	Carambeí	PR	86	Frisia

Tabela 24 – 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	Tapejara	RS	105	Cotapel
2	Coronel Bicaco	RS	120	Cotricampo
3	Caseiros	RS	140	Coasa
4	Ponte Preta	RS	300	Coperalfa
5	São Sepé	RS	380	Campal
6	Santa Bárbara do Sul	RS	700	Cotribá
7	Rio Pardo	RS	1400	Cotribá
8	Pejuçara	RS	2300	Cotripal

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)

$$(PF1 + PF2 + \dots + PF13) / 13$$

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

$$(PP1 + PP2 + \dots + PP8) / 8$$

Crítérios = \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

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 - Portal de Informações Agropecuárias - **Observatório Agrícola** – Grãos Série Histórica. Disponível em < <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard> > Acesso em 20 dez 2018.

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

IBGE/ SIDRA – **Produção agrícola municipal - área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias** <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>> Acesso em 11 nov. 2019

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

9. EQUIPE RESPONSÁVEL

Tabela 25 – 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	José Eloir Denardin	Responsável pela tecnologia
6	Vladirene Macedo Vieira	Aplicação do Ambitec Agro

Tabela 26 – Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Origem dos Colaboradores Externos		
1	Cooperativa Regional Auriverde – Auriverde	Cunha Porã - SC
2	Cooperativa Agrícola Mista Nova Palma – Camnpal	Nova Palma - RS
3	Cooperativa Agrícola Água Santa – Coasa	Água Santa - RS
4	Cooperativa Mista Tucunduva – Comtul	Tucunduva RS
5	Cooperativa Mista São Luiz – Coopermil	Santa Rosa - RS
6	Cooperativa Agrícola Tapejara – Cotapel	Tapejara - RS
7	Cooperativa Triticola Mista Campo Novo – Cotricampo	Campo Novo - RS
8	Cotrijal Cooperativa Agropecuária e Industrial – Cotrijal	Não Me Toque - RS
9	Cotripal Agropecuária Cooperativa – Cotripal	Panambi - RS
10	Cooperativa Triticola Santa Rosa – Cotrirosa	Santa Rosa - RS
11	Cooperativa dos Agricultores de Chapada – Coagril	Chapada - RS
12	Cooperativa Agroindustrial Alfa - Cooperalfa	Chapecó - SC
13	Cooperativa Agrícola Mista General Osório – Cotribá	Ibirubá - RS
14	Frisia Cooperativa Agroindustrial – Frísia	Carambeí - PR