



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Embrapa Pecuária Sul**

# **RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA**

**Nome da tecnologia:** Aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo

**Ano base da avaliação:** 2016

**Equipe de avaliação:** Jorge Luiz SantøAnna dos Santos

Viviane de Bem e Canto

**Colaboradores:** Graciela Olivella Oliveira

Henrique Garcia Perônio

**Bagé, março de 2017**

# RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

## 1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

### Nome/Título

- Aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo.

### Objetivo/Diretriz Estratégica (PDE/PDU)

- Produção sustentável nos biomas, conservação, valoração, valorização e uso eficiente dos recursos naturais e da biodiversidade.

### Descrição sucinta

O controle químico de plantas invasoras em pastagens torna-se problemático pela ausência de produtos que atuem em plantas indesejáveis e, ao mesmo tempo, não tragam dano às espécies forrageiras. O aplicador seletivo de herbicida permite aplicar o herbicida diretamente na planta indesejável, devido à diferença de altura que se estabelece entre as espécies consumidas pelo gado, que ocupam o estrato inferior, e as espécies invasoras, que, por serem rejeitadas pelos animais, assumem uma maior altura. A aplicação direta do herbicida, sem a necessidade de pulverização, aumenta a segurança da aplicação, evitando riscos de deriva do produto e da inalação indevida pelo operador, comum nos aparelhos convencionais. A máquina denominada Campo Limpo foi desenvolvida a partir de uma estrutura piramidal, permitindo distribuir o peso do tanque da calda herbicida sobre o rodado, bem como absorver os impactos sofridos pelas irregularidades do terreno. O implemento é tracionado por trator, automóvel ou animal. O sistema de regulagem de altura é feito através de rodado articulado permitindo ajustar a altura do aplicador à altura das espécies que se deseja controlar. A calda com herbicida é armazenada em um tanque plástico sendo seu volume facilmente aferido pelo operador. A disposição do sistema de aplicação permite um ataque à vegetação ligeiramente transversal e sinuoso em relação ao deslocamento da máquina, o que aumenta a eficiência da aplicação. Pode ser recomendado para utilização como tecnologia de controle de plantas indesejáveis em estabelecimentos de pecuária associada ao manejo das pastagens nativas, como forma de recuperação de áreas infestadas. No entanto, é importante ressaltar que em situações de infestação na propriedade rural superiores a 60% da área das pastagens, a Campo Limpo não é uma tecnologia da qual o produtor possa lançar mão como recurso exclusivo. Nesse caso, deve ser utilizada de forma combinada com outras tecnologias adequadas a cada realidade, para que se possa obter resultados mais satisfatórios. No ano de 2015, foi lançada uma nova tecnologia pela Embrapa Pecuária Sul que vai ao encontro dessa recomendação: amplia a capacidade da máquina Campo Limpo combater/controlar as plantas indesejáveis e introduz, como desdobramento, a recuperação de pastagens degradadas. Denominada *o*Mirapasto<sup>o</sup> *ó* Método Integrado de Recuperação de Pastagens, ela prescreve, para o aprimoramento das práticas de manejo das pastagens, além da utilização da aplicação seletiva de herbicida, a correção e a manutenção da fertilidade do solo, a introdução de espécies forrageiras e o ajuste da oferta de pasto.

**Ano de lançamento:** 2008

**Ano de início da adoção:** 2009

## **Abrangência**

- Ecossistemas:
  - . Amazônico (com adoção já confirmada em Rio Branco (AC) e seus arredores.
  - . Caatinga e florestas decíduas da Região Nordeste
  - . Cerrados
  - . Costeiros e Floresta Atlântica
  - . Extremo Sul
  - . Florestas Estacionais Semi-decíduas
  - . Meio Norte

## **Beneficiários**

Estima-se que a tecnologia seja adotada preferencialmente em estabelecimentos rurais voltados para a atividade pecuária, com área de pastagem em torno de 200 ha. Dependendo do grau de infestação, é possível que proprietários ou arrendatários de estabelecimentos agropecuários com área inferior a 200 ha também se valham da tecnologia. Nesse caso, a adoção poderia ser facilitada pelo uso do equipamento de maneira cooperativa, a semelhança do que já ocorre com outras operações agrícolas, disponibilizadas pelo município ou associação, através de patrulhas mecanizadas.

Mas o trabalho de campo realizado nos anos 2011 a 2016 tem indicado o perfil do adotante da tecnologia Campo Limpo: a área média do seu estabelecimento ultrapassa os 1000 ha, embora ele só tenha utilizado a tecnologia em parte da área de pastagens, com intuito de testar a sua eficiência; é um produtor que combina pecuária com agricultura (em geral, soja e arroz) e com outras atividades; seu estabelecimento pode ser identificado como uma empresa rural. São produtores habituados a controlar plantas indesejáveis nas suas pastagens. O preço da tecnologia nas revendedoras de máquinas agrícolas pode reforçar a configuração desse perfil (em torno de R\$ 22 mil reais, com o marcador, acessório importante porque sinaliza com espuma pelas laterais o trajeto por onde passou a máquina; e R\$ 19.500,00, sem o marcador). Em 2016, entre os entrevistados, está o administrador da Estância do Descanso, localizada no município de São Gabriel (RS), que adquiriu o aplicador seletivo de herbicida na Expodireto, uma das mais importantes feiras agropecuárias do estado do Rio Grande do Sul, na sua edição de 2013. Depois de utilizar a tecnologia por três anos, o informante disse ter sentido a necessidade de lançar mão de outras práticas que a ela fossem associadas para combater o capim-annoni e ampliar o resultado obtido nos seus 19 piquetes (30 hectares), com a atividade de terminação de 500 bovinos. Pressionado por essa necessidade de ampliar a produtividade e a renda é que descobriu, em 2016, o *Mirapastoö* na página da Embrapa Pecuária Sul, e resolveu entrar em contato com o pesquisador responsável por essa nova tecnologia, para adotá-la.

## **2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA**

Um dos problemas mais graves do qual se ressentem os pecuaristas em praticamente todas as regiões do país é o das plantas invasoras nas pastagens, especialmente aquelas de fácil proliferação e que demonstram agressividade em relação às espécies forrageiras, reduzindo a disponibilidade de nutrientes nos campos, tanto os

naturais quanto os cultivados, comprometendo, assim, o desempenho animal. Entre as formas de controle recomendadas pelos órgãos de pesquisa e de extensão está o controle químico dessas invasoras, sendo a aplicação de herbicida por pulverização amplamente utilizada. A combinação de pecuária com agricultura é uma outra forma de manejo das pastagens e controle de invasoras recomendada pelos especialistas, em muitos casos, procedendo-se à rotação de culturas. As roçadas, feitas com regularidade, com a utilização de uma roçadeira mecânica, são um outro tipo de prática mantida pelos pecuaristas para mitigar a invasão de espécies indesejáveis. Ocorre que lançar mão desses recursos tem implicado custos crescentes para os produtores, à medida que avançam as áreas infestadas. Para se ter uma ideia da dimensão do problema em uma área geográfica/atividade específica, estudo elaborado pela FARSUL/UFRGS (DIAGNÓSTICO..., 2005) indica que, numa amostragem com 500 produtores engajados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul, 41% deles lidam com a infestação de seus campos pelo capim-annoni, que invadiu 17% (percentual médio) da área de suas propriedades. Diante dessa situação, um grande número de pecuaristas precisa reforçar a suplementação alimentar com sal mineral ou sal proteinado para compensar a defasagem no tempo do ganho de peso dos animais.

Relatórios de impactos anteriores dessa tecnologia (SANTOS; BEM E CANTO, 2013, 2014) mostram que a chirca, a carqueja, a vassoura, o gravatá de banhado e, mais recentemente, a maria-mole representam igualmente problema grave no sentido de diminuir o acesso dos animais a uma pastagem mais nutritiva. O trabalho de campo tem indicado que, além do capim-anonni e destas últimas espécies mencionadas, também a guaxuma e o alho-macho têm desafiado os produtores no sentido de evitar substantivas perdas econômicas com a atividade pecuária. Neste ano de 2016, matérias veiculadas em sites especializados e na imprensa da região Norte do país, anunciaram a enxada química e a roçadeira Campo Limpo (versões manual e tratorizada da tecnologia de aplicação seletiva de herbicida em plantas indesejáveis, respectivamente, desenvolvidas pela Embrapa Pecuária Sul) como solução para milhares de produtores rurais da Amazônia que convivem com infestações de capim-navalha, principal planta invasora de pastagens na região (Cf., especialmente, <http://www.comprerural.com/tecnologia-controla-capim-navalha-sem-causar-danos-as-pastagens/>). Considerada a região da Amazônia, a roçadeira Campo Limpo parece ter se difundido principalmente no estado do Acre. Em trabalho de campo do ano anterior para avaliação dos impactos dessa tecnologia, já havia sido realizada uma entrevista por telefone com o representante de uma revendedora de máquinas e implementos agrícolas, localizada na cidade de Rio Branco, no Acre, que a está comercializando. Durante a entrevista, o informante mencionou que o capim-navalha (navalhão) e o capim-capeta, são as duas espécies de plantas indesejáveis com mais difícil controle por parte daqueles agentes envolvidos com a atividade pecuária nessa região.

A adoção da tecnologia Aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo pode proporcionar uma redução significativa da presença de plantas indesejáveis em áreas de pastagens, possibilitando maior acesso dos rebanhos às reservas alimentares e impedindo que os campos sejam novamente infestados. No caso da pecuária de corte, atividade predominante na parte sul do RS, região onde foram realizados experimentos voltados ao desenvolvimento da tecnologia, o impacto na cadeia produtiva da carne bovina e de seus derivados tem sido reconhecido pelos informantes, porque impulsiona a produtividade dos estabelecimentos de cria, engorda e de ciclo completo, reduzindo o período convencional de ganho de peso dos rebanhos, pressionando o aumento da oferta para abate e contribuindo com a melhoria da qualidade do produto.

A Campo Limpo não é uma ãcampeã de vendasõ no portfolio da Grazmec, parceira da Embrapa Pecuária Sul que fabrica e comercializa a tecnologia aqui avaliada, indicando que impactos mais significativos na cadeia produtiva vão depender de um trabalho mais sistemático da parte de ambas no que diz respeito à transferência de tecnologia, principalmente junto a revendedores de máquinas e implementos agrícolas em toda a região Sul do país e outras onde já foi possível detectar a presença da tecnologia. Este aspecto tem sido recorrentemente ressaltado nos relatórios de impactos anteriores dessa tecnologia. Nesse ano de 2016, informações coletadas junto à Grazmec mostram uma difusão e uma variedade geográfica de nomes de revendedores, com cobertura em praticamente todas as regiões do Rio Grande do Sul, além da distribuição para revendedores de outros estados, como Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Bahia. Mais recentemente, alcançou estados da região Norte do país: expansão para o estado do Acre, conforme já foi comentado, para onde foram vendidas 31 máquinas, além de registros de vendas para os estados do Pará, Rondônia e Tocantins. Mais adiante, na parte da avaliação dos impactos ambientais deste relatório, na seção que trata do alcance da tecnologia (5.1.1) serão apresentados mais detalhes a respeito da distribuição geográfica da Campo Limpo, desde o seu lançamento.

A equipe de avaliação de impactos da Embrapa Pecuária Sul tem percebido que os entrevistados (tanto produtores quanto revendedores) têm se mantido informados a respeito da necessidade de uso contínuo do equipamento, ou seja, a utilização por apenas uma safra não garante eficácia no combate às plantas indesejáveis. No caso do capim-annoni, uma única aplicação seletiva de herbicida, apesar de eliminar as touceiras atingidas, pode não ser suficiente porque existe a possibilidade do rebrote, devido à grande capacidade dessa espécie de invasora produzir sementes, que caem e permanecem na pastagem.

Com efeito, ampliar o conhecimento sobre as plantas indesejadas, especialmente o capimannoni, e tornar possível um maior acesso e melhores informações ao produtor sobre o seu controle tem sido o objetivo de uma rede de pesquisa em capimannoni, que integra trabalhos desenvolvidos em instituições de pesquisa e universidades gaúchas, que tem a coordenação do mesmo pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, responsável pela geração do Aplicador Seletivo de Herbicida Campo Limpo.

É exequível reiterar que a tecnologia se tem mostrado mais eficaz quando comparada aos mecanismos de controle tradicionais e às tecnologias que com ela concorrem. Formas distintas de controle da invasora (roçada, pulverização e dispositivo Campo Limpo) têm apontado para resultados díspares, de acordo com os estudos realizados. Em um experimento conduzido para viabilizar um desses estudos, a utilização de três litros por hectare de herbicida, através de pulverização convencional, eliminou 90% das plantas vivas de capimannoni, mas verificou-se, 30 dias após, que embora não houvesse mais vestígio da invasora, 90% das plantas vivas da flora nativa também haviam sido destruídas pelo efeito da mesma aplicação.

No que diz respeito à roçada (corte da planta viva, sem uso de herbicida), foi constatado, 30 dias após, que o capimannoni havia crescido e suas touceiras encontravam-se nas mesmas condições anteriores ao corte, com a vantagem de 90% das plantas vivas da flora nativas não terem sido afetadas. No entanto, houve, no mesmo local, 20% de hastes reprodutivas vivas da planta invasora, sugerindo agravamento da infestação. No caso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, foram

encontradas 42% de plantas vivas do capim-annoni, após 30 dias da aplicação de dois litros por hectare, sendo que 90% da flora nativa fora preservada e não havia vestígios de hastes reprodutivas. A aplicação seletiva de dois litros e meio do mesmo tipo de herbicida por hectare reduziu para 20% o percentual de plantas vivas do capim-annoni, conforme foi verificado no mesmo experimento, mantendo-se os demais efeitos (PEREZ, 2008).

### 3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

#### 3.1. Avaliação dos impactos econômicos

A metodologia utilizada para a avaliação dos impactos econômicos é a do excedente econômico.

Se aplica: sim ( x ) não ( )

As estimativas de impacto econômico presentes neste relatório estão baseadas em estimativas feitas para estabelecimentos de pecuária de corte no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Nelas, destacam-se dois tipos de benefícios, conforme veremos a seguir: incremento da produtividade e redução de custos.

#### Tipo de impacto: Incremento de produtividade

**Tabela Aa.** Ganhos líquidos unitários

Ano	Unidade de Medida ó UM	Rendimento Anterior/UM (A)	Rendimento Atual/UM (B)	Preço Unitário R\$/UM HA *	Custo Adicional R\$/UM (D)**	Ganho Unitário R\$/UM E=[(B-A)xC]-D
2008	GPV/ha	33,0	47,0	2,83	8,89	30,73
2009		33,0	47,0	2,52	9,44	25,84
2010		79,2	93,6	2,81	9,91	30,55
2011		81,6	96,0	3,39	10,82	38,00
2012		81,0	95,0	3,20	11,68	33,12
2013		81,5	94,5	3,40	12,85	31,35
2014		81,6	96,0	4,80	16,70	52,42
2015		82,0	95,0	5,60	20,04	52,76
2016		82,5	98,2	4,90	22,48	54,45

**Tabela Ba ó** Benefícios econômicos na região

Ano	Participação da Embrapa % (F)	Ganho Líquido Embrapa R\$/UM G=(ExF)	Área de Adoção: Unidade de Medida-UM	Área de Adoção: QuantxUM (H)	Benefício Econômico I=(GxH)
2008	45	13,83	hectare	5.000	69.150,00
2009	45	11,63		10.000	116.300,00
2010	45	13,75		24.000	330.000,00
2011	45	17,10		45.000	769.500,00
2012	45	14,90		50.000	745.000,00
2013	45	14,11		52.000	733.590,00
2014	45	23,59		58.000	1.368.220,00
2015	45	23,74		72.000	1.709.280,00
2016	45	24,50		78.508	1.923.446,25

### Tipo de impacto: Redução de custos

**Tabela Aa.** Ganhos unitários de redução de custos

Ano	Unidade de Medida ó UM	Custo Anterior R\$/UM (A)	Custo Atual Kg/UM (B)	Economia obtida R\$/UM C= (A-B)
2008	cabeça	181,30	166,72	14,58
2009		206,00	190,00	16,00
2010		199,88	183,81	16,07
2011		209,87	193,00	16,87
2012		212,58	195,50	17,08
2013		213,84	195,00	18,84
2014		224,53	204,75	19,78
2015		259,44	229,03	30,41
2016		264,63	233,61	31,02

**Tabela Ba ó** Benefícios econômicos na região

Ano	Participação da Embrapa % (D)	Ganho Líquido Embrapa R\$/UM E=(CxD)	Área de Adoção: Unidade de Medida-UM	Área de Adoção/UM (F)	Benefício Econômico R\$ G=(ExF)
2008	45	5,56	cabeça	1.375	9.020,00
2009	45	7,20		2.775	19.980,00
2010	45	7,23		8.325	60.189,75
2011	45	7,59		15.000	113.850,00
2012	45	7,69		19.000	146.110,00
2013	45	8,48		22.500	190.755,00
2014	45	8,90		32.200	286.580,00
2015	45	13,68		45.000	615.600,00
2016	45	13,96		48.750	680.550,00

### 3.2. Análise dos impactos econômicos

#### Tipo de impacto: Incremento de produtividade

As estimativas realizadas estão baseadas nos dados coletados com os produtores adotantes da tecnologia entre os anos de 2008 e 2016 e em estudos experimentais desenvolvidos nos sistemas de criação de bovinos de corte, em campos nativos do Estado do Rio Grande do Sul. O uso da tecnologia proporciona dois tipos de impactos econômicos: incremento da produtividade e redução de custos. Foi solicitado aos entrevistados durante o trabalho de campo que ajudassem a quantificar esses impactos. Houve maior dificuldade da parte dos produtores em estabelecer a dimensão do ganho de peso vivo por hectare (GPV/ha). No entanto, no que diz respeito à redução de custos, as estimativas puderam ser feitas com maior discernimento pelos entrevistados. Em geral, a economia de combustível se situa em um percentual que oscila entre 35 a 50%, de acordo com os entrevistados nos seis últimos anos. Além disso, os informantes têm assegurado que a tecnologia aqui avaliada consome menor quantidade de herbicida, quando comparada com as tecnologias concorrentes, conforme relatado com maiores detalhes nos impactos ambientais apresentados mais adiante.

No primeiro tipo de impacto, a Tabela Aa mostra os ganhos líquidos unitários, projetados para o período entre 2008 e 2016. Partiu-se do GPV/ha (ganho de peso vivo por hectare) como unidade de medida, em razão da tecnologia atuar diretamente sobre a melhoria da oferta de forragem para o rebanho, permitindo maior eficiência na alimentação de uma carga animal, que pode ser avaliada pela quantidade de peso vivo por hectare por dia. Com as pastagens mais liberadas de plantas invasoras, é possível ao animal a escolha de forragem para compor sua dieta, com reflexo direto no maior ganho de peso. Além disso, campos onde o produtor executa bom controle de plantas indesejáveis são propícios a evitar que os animais tenham doenças gengivais e consequente perda de dentes, dificultando a alimentação, como é o caso do capim-annoni, que provoca tais desconfortos, ou plantas que contenham espinhos, todas interferindo no desempenho animal.

Foram utilizados nas estimativas, constantes da Tabela Aa, os dados apresentados por Maraschin (1998), que conduziu, durante seis anos consecutivos, pesquisas sobre a determinação do nível adequado de uso, e oportunidade de colheita, da produção do campo nativo, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ó UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul. Os resultados desses estudos indicaram que ãos níveis de utilização de forragem moldam perfis diferenciados no campoõ, implicando diferentes graus de produtividade e, consequentemente, de capitalização da forragem em produto animal.

Em pastagens com baixa oferta de forragem, o produtor costuma obter ganhos médios diários muito baixos, em torno de 0,200 kg/animal (MARASCHIN, 1998). Estudo feito por Brüning (2007), em propriedade infestada pelo capim-annoni, no município de Rio Pardo, na Depressão Central do Rio Grande do Sul, permitiu que o autor acompanhasse, numa dimensão comparativa, durante 100 dias (de setembro a dezembro de 2005), o desempenho animal em quatro áreas distintas. Foi possível verificar o ganho médio de peso diário dos animais submetidos a quatro diferentes tipos de suplementação alimentar (sal comum, sal mineral, sal proteinado e sal proteinado com sal mineral), em razão do comprometimento da massa forrageira pela ação da invasora.

O grupo de animais submetido à dieta com sal comum foi aquele em que a média do desempenho se mostrou mais baixo (0,218 kg/animal), equivalente a 0,330 kg/ha/dia. Portanto, muito próximo do dado apresentado por Maraschin (1998) para o desempenho de bovinos de corte submetidos a pastagens com forragem disponível com baixo teor de proteína bruta, supondo-se que seja esta a condição dos campos com grau razoável de infestação pelo capim-annoni (até 60% da área de pastagens). Não se pode esquecer que o experimento de Brüning (2007) se restringiu a 100 dias, no melhor período do ano, alcançando 33 quilos. É este o rendimento anterior estimado para os produtores na situação que precedeu a adoção da tecnologia nos anos de 2008 e 2009. Para os anos de 2010 a 2016, os dados foram atualizados, considerando-se o perfil dos produtores adotantes entrevistados. Já foram indicadas na parte deste relatório relativa àos õbeneficiáriosõ da tecnologia algumas características desse perfil. Os informantes utilizavam-se, via de regra, de roçadeira puxada a trator para controlar as invasoras antes de adquirir o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo; portanto, não eram produtores que deixavam as plantas invasoras livremente invadindo seus campos. Em função disso, foi estimado que o rendimento anterior desses produtores era de 0,380 kg/ha/dia, superior àquele utilizado nas estimativas de 2008 e 2009, sugerido por Brüning (2007).



O rendimento atual é, com a utilização da tecnologia, 0,440 kg/ha/dia de peso vivo), acompanhando os resultados dos estudos de Maraschin (1998) para campos nos quais existe um razoável esforço de manutenção de boas condições dos campos nativos e considerando o perfil dos produtores visitados. Daí uma estimativa mais conservadora do que a utilizada nos anos de 2008 e 2009 (0,470 kg/ha/dia de peso vivo, o rendimento mais alto no experimento de Maraschin). As estimativas foram estendidas para 240 dias nos anos de 2010 a 2015, haja vista que os animais ganham peso durante oito meses (entre o início da primavera e o mês de maio) e não apenas durante 100 dias (projeção dos estudos realizados por Brüning). Os dados concernentes aos anos 2010 a 2012 levaram em consideração a forte estiagem que atingiu a parte meridional do estado do Rio Grande do Sul nesse período (79,2 kg na situação anterior à adoção, em 2010, e 81,0 kg, em 2012). Já nos anos que vão de 2015 a 2016, o resultado alcançado na situação anterior à adoção se situou entre 82,0 kg, em 2015, e 82,5 kg, em 2016, possibilitando, nesse último caso, um ganho de 15,7 kg/ha, incremento superior ao verificado no ano passado (13,0 kg/ha.), garantido pelo uso da tecnologia associado a uma boa radiação solar durante o período do desenvolvimento das pastagens e chuvas bem distribuídas, principalmente entre outubro e dezembro, época importante para a pecuária de corte no estado do Rio Grande do Sul, onde está localizada a maior parte dos nossos informantes.

Mas o ganho unitário vai estar fortemente condicionado pelo preço do quilo do peso vivo no mercado, que apresentou tendência de queda durante o ano de 2016, na contramão do ocorrido no de 2015 (média de R\$ 4,90, quando no ano anterior fora de R\$ 5,60), conforme dados da EMATER/RS. Um informante que possui um estabelecimento de recria, disse ter comprado animais a R\$ 4,90 o quilo e vendido (animais terminados) a R\$ 5,00, confirmando a redução no preço de venda do boi gordo. O custo adicional foi estimado com base no dado fornecido pela indústria de máquinas Grazmec, do valor comercial da tecnologia, que foi dividido pelo número de hectares de uma propriedade de tamanho médio para efeito de utilização do dispositivo com maior eficiência econômica.

A evolução dos custos reflete não somente a correção dos preços da tecnologia no tempo, medida pelo IGP/DI, da Fundação Getúlio Vargas, mas também os ajustes que venham a ser feitos na máquina (reposição de cordas e arrebitos), por tratar-se de tecnologia nova, que começou a ser utilizada efetivamente por um maior número de adotantes nos últimos cinco anos.

A Tabela Ba expõe os benefícios econômicos na região impulsionados pela adoção da tecnologia. O ganho líquido foi calculado com a participação da Embrapa de 45%, ajuste realizado com relação aos relatórios de impacto dessa tecnologia dos anos anteriores em função do reconhecimento do esforço da Grazmec no aprimoramento da tecnologia e no atendimento pós-entrega aos clientes que adquiriram a máquina. A área de adoção representa o número de hectares alcançados pelo uso da tecnologia. Considerou-se uma área média de 1000 hectares por adotante (confirmada no perfil dos produtores entrevistados). Embora o número acumulado de unidades vendidas seja de 349, o trabalho de campo mostrou que os produtores utilizam a tecnologia somente em parte da área do seu estabelecimento (estimativa de 22,5%, em média, para o ano de 2016), ou seja, se a área do produtor é de 1000 ha, ele costuma utilizar a Campo Limpo em uma área de tamanho médio (estimado) de 225 hectares, o que perfaz uma área de adoção de 78508 ha. Em 2016, o benefício econômico se situou em R\$ 1.923.446,25. É preciso levar em conta aqui a tendência de redução do preço do boi para abate, já

comentada, uma vez que, observado o benefício econômico no ano anterior (R\$ 1.744.031,25), não se percebe substantiva diferença capaz de expressar o significativo incremento da produtividade verificado.

### **Tipo de impacto: Redução de custos**

A Tabela Aa apresenta as estimativas para a economia obtida, partindo-se da situação que precedeu a adoção da tecnologia. Tomou-se como pressuposto a perspectiva de os produtores cortarem parte de seus desembolsos com suplementação alimentar para o rebanho e consumo de óleo diesel, aspecto confirmado por praticamente todos os produtores entrevistados entre os anos 2013 e 2016. O estudo realizado por Brüning (2007), já referido, serviu de base para a definição do custo diário para uma dieta com sal mineral (R\$ 0,05 por cabeça/dia). O valor do custo total de produção de um novilho (R\$/cab) foi tomado do Anualpec (PECUÁRIA..., 2016), subtraindo-se um percentual aproximado dos custos com suplementação alimentar, óleo diesel e herbicida (algo em torno de 11%). Tal estimativa exige muita cautela pelo fato de os produtores não poderem excluir inteiramente a suplementação com o uso da tecnologia, principalmente, quando se leva em conta as condições das pastagens naturais durante a estação fria na região Sul, cobrindo de 30 a 40% do ano, quando piora sensivelmente a disponibilidade de forragem. Os dados para 2016 indicam que houve uma economia de R\$ 13,96 por cabeça.

A Tabela Ba apresenta o ganho líquido da Embrapa (45%). A área de adoção está estimada em número de cabeças, considerando a posse de 140 cabeças por cada produtor que adquiriu a máquina. Desse modo, para o ano de 2016, a área de abrangência é de 48750 cabeças, com benefício econômico de R\$ 680.550,00. Desse modo, somados o benefício econômico trazido pelo incremento da produtividade e o benefício econômico trazido com a redução de custos, foi obtido um benefício total de R\$ 2.603.996,25 para o ano de 2016.

Taxa Interna de Retorno ó TIR: 107,00

Relação Benefício/Custo B/C (6%): R\$ 4,50

Valor Presente Líquido VPL (6%): R\$ 5.121.215,49

### **3.3. Fonte de dados**

O trabalho de avaliação dos impactos econômicos dessa tecnologia obedeceu a procedimentos que estão expostos abaixo:

- Atualização das informações acerca da pesquisa e das condições da sua realização e do processo de aprimoramento da tecnologia através de entrevista com o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul responsável pela execução do projeto, buscando delinear uma caracterização do objeto da avaliação;
- Entrevistas com onze produtores adotantes da tecnologia e visitas às suas unidades de produção, localizadas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Atualização das informações com esses produtores, por telefone;
- Entrevistas com revendedores de máquinas e implementos agrícolas nos municípios de Vacaria, norte do estado do Rio Grande do Sul; Cachoeira do Sul,

na Depressão Central do mesmo estado; Capão do Leão e Bagé, no sul do Rio Grande do Sul.

- Atualização das informações para o ano de 2016, com o Departamento de Vendas da Indústria Grazmec, que comercializa a tecnologia Embrapa aqui avaliada;
- As estimativas de impacto econômico, além dos dados coletados em entrevistas com produtores adotantes da tecnologia, estão amparadas em resultados de estudos experimentais desenvolvidos em sistemas de criação de bovinos de corte, em campos nativos do Estado do Rio Grande do Sul, especialmente aqueles voltados para a medição da produtividade da massa forrageira, do ganho de peso dos animais e da avaliação dos custos de produção.
- Consulta aos estudos baseados em experimentações com controle do capim-annoni, identificando as alternativas disponíveis aos produtores para mitigar os danos causados à pecuária, para situar as vantagens da tecnologia avaliada diante das suas concorrentes (SOUZA et. al, 2014).
- Consulta às fontes qualificadas para obtenção de diversos indicadores econômicos, principalmente os relativos aos custos de produção e da suplementação alimentar, uma das alternativas utilizadas pelos pecuaristas para enfrentar a ação das plantas invasoras, além de dados sobre os preços de mercado atacadista da carne bovina e dos seus derivados praticados no ano de 2016. Este último tipo de dado foi obtido junto à Emater-RS e no ANUALPEC, 2016.

**Tabela 3.3.1.** Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Especialista	Produtor Patronal		Total
			Médio	Grande	
Aceguá	RS			1	1
Bagé	RS	1			1
Cachoeira do Sul	RS	1			1
Campos Novos	SC		1		1
Capão do Leão	RS	1		1	2
Dom Pedrito	RS			2	2
Hulha Negra	RS			1	1
Muitos Capões	RS			1	1
Não-Me-Toque	RS	2			2
Restinga Seca	RS			1	1
Rio Branco	AC	1			1
Rosário do Sul	RS			1	1
Santana do Livramento	RS			1	1
São Gabriel	RS		1		1
Vacaria	RS	1			1
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>18</b>

## 4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS

### 4.1. Avaliação dos impactos

A Unidade utilizou a metodologia Ambitec-Social.

**Tabela 4.1.1.** Impactos sociais ó aspecto emprego

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Capacitação	Sim	7,0	5,1	5,8
Oportunidade de emprego local qualificado	Sim	0,0	0,0	0,0
Oferta de emprego e condição do trabalhador	Sim	0,2	0,3	0,2
Qualidade do emprego	Sim	0,0	0,0	0,0

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

O indicador **Capacitação** obteve índice de impacto de 5,8, com ambos os tipos de informantes (especialistas e produtores) atribuindo importância à qualificação recebida como decorrência da utilização da tecnologia, sendo que, para os especialistas, essa alteração foi mais forte (índice 7,0, enquanto para os produtores esse índice foi 5,1). Entre os entrevistados do tipo 2 (produtores) sobressai a perspectiva de que o manejo da tecnologia permite òum maior cuidado com a aplicação de herbicidaõ. No trabalho de campo realizado no ano de 2016, um adotante que possui na sua propriedade dois empregados, afirmou ser uma vantagem da tecnologia o seu òmanejo muito fácilõ. Mas disse que a máquina deveria vir com um manual que recomendasse, principalmente, a lavagem do equipamento após o seu uso, devido ao fato de o resíduo do herbicida formar òcristaizinhosõ que acabam provocando entupimento na saída do líquido, caso não se proceda à devida limpeza cada vez que a tecnologia for usada.

Por outro lado, os informantes não atribuíram alterações nos indicadores **Oportunidade de emprego local qualificado** e **Qualidade do emprego**, postura diferente daquela verificada em relatórios anteriores de avaliação dos impactos dessa tecnologia, no qual o coeficiente do primeiro indicador mencionado foi 0,4 e, no caso do segundo indicador, 3,9. É que havia a expectativa, entre alguns entrevistados, no ano de 2013, de que seria perfeitamente possível, com o uso da tecnologia, criar um emprego òpermanenteõ (nesse caso, de tratorista, para manejar a Campo Limpo, portanto emprego mais qualificado). Essa expectativa não se confirmou entre os informantes no trabalho de campo dos anos de 2014 e 2016. O próprio perfil dos adotantes da tecnologia, conforme já foi comentado neste relatório, que associa a pecuária com a agricultura, indica que o manejo do dispositivo para aplicação seletiva do herbicida se dá através de um funcionário que normalmente opera o trator nas atividades da lavoura existente na propriedade e no manejo das pastagens. Quanto ao indicador **Oferta de emprego e condição do trabalhador**, o coeficiente de alteração foi positivo, embora bastante moderado (0,2), em função de alguma mobilização de trabalhadores temporários ocorrida nas propriedades de alguns poucos entrevistados. Na indústria Grazmec, parceira da Embrapa Pecuária Sul que fabrica o dispositivo Campo Limpo, não foi verificada, até o presente, qualquer tipo de contratação associada à geração da tecnologia aqui avaliada.

**Tabela 4.1.2.** Impactos sociais ó aspecto renda

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Geração de renda no estabelecimento	Sim	3,5	4,0	3,8
Diversidade das fontes de renda	Sim	0,0	0,0	0,0
Valor da propriedade	Sim	4,8	1,8	2,9

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Neste ano de 2016, o indicador **Geração de renda no estabelecimento** foi alterado positivamente (3,8), com maior conservadorismo da parte dos especialistas (3,5), enquanto da parte dos entrevistados do tipo 2 (produtores) ocorreu uma alteração um pouco mais expressiva (4,0). De um modo geral, os produtores entrevistados têm assegurado que o uso da tecnologia lhes permitiu um incremento moderado na renda da propriedade. Mais uma vez, é preciso considerar o perfil desses adotantes e a participação das lavouras no total da renda do estabelecimento, em geral superior às receitas proporcionadas pela pecuária. Além disso, o efeito dessas lavouras para o controle das plantas indesejáveis é reconhecido por boa parte dos entrevistados. Isso significa que parece ser bastante difícil isolar o impacto da tecnologia sobre o incremento da produtividade (medida pelo ganho de peso dos animais) e, conseqüentemente, da renda.

No indicador **Valor da propriedade**, o coeficiente mais expressivo deu-se entre os informantes do tipo 1 (especialistas), que reconhecem uma maior interferência pelo uso da tecnologia no investimento na infraestrutura da propriedade e na conservação dos recursos naturais (campo nativo). Os produtores entrevistados, nos anos de 2015 e 2016, tenderam a não atribuir importância ao investimento na infraestrutura da propriedade em decorrência do uso da tecnologia, o que contribuiu para reduzir o coeficiente de alteração desse indicador. Nem os especialistas, tampouco os produtores, alteraram o indicador **Diversidade das fontes de renda**.

**Tabela 4.1.3.** Impactos sociais ó aspecto saúde

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Saúde ambiental e pessoal	Sim	0,2	0,8	0,6
Segurança e saúde ocupacional	Sim	0,0	0,0	0,0
Segurança alimentar	Sim	2,5	5,2	4,1

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Quanto ao aspecto saúde, sobressai o indicador **Segurança Alimentar**, com coeficiente de impacto 4,1, um pouco inferior ao verificado no relatório de impacto dessa tecnologia no ano passado (4,8), embora tenha sido mantida a superioridade do coeficiente de alteração dos informantes do tipo 2 (produtores) quando comparado aos informantes do tipo 1 (especialistas), como pode ser visto na tabela 4.1.3. Em entrevista realizada com o pesquisador responsável pela geração dessa tecnologia, foi visto que a melhoria das condições nutricionais das pastagens naturais proporcionada pelo grau de controle do capim-annoni e outras plantas invasoras -, com o uso do dispositivo Campo Limpo, permite que o produtor reduza o período convencional para

alcançar o peso ideal para negociar os seus produtos, sendo a carne de novilhos jovens reconhecida como de melhor qualidade. A contribuição da tecnologia aqui analisada com a formação de animais mais precoces tem sido mencionada por alguns produtores. Ao mesmo tempo, alguns informantes reconhecem que a tecnologia permite um manejo mais seguro de aplicação de herbicida, associando esse aspecto com impactos positivos sobre a saúde do trabalhador (indicador **Saúde ambiental e pessoal**, alterado em 0,6), sendo maior essa associação entre o grupo de entrevistados do grupo 2 (produtores), embora isso não tenha sido estendido ao indicador **Segurança e saúde ocupacional**, que não foi alterado, nem por especialistas, nem por produtores.

**Tabela 4.1.4.** Impactos sociais ó aspecto gestão e administração

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Dedicação e perfil do responsável	Sim	3,0	1,0	1,8
Condição de comercialização	Sim	0,0	0,0	0,0
Reciclagem de resíduos	Sim	0,0	0,0	0,0
Relacionamento institucional	Sim	3,3	1,6	2,2

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

No aspecto gestão e administração, pode-se chamar a atenção para o indicador **Relacionamento institucional**, com índice de impacto positivo de 2,2, com leve oscilação para baixo, quando se considera o mesmo indicador no ano anterior (2,5). Esse impacto positivo foi muito condicionado pelo peso maior atribuído pelos especialistas (média Tipo 1), conforme pode ver observado na Tabela 4.1.4. Não se pode esquecer o processo de aprimoramento da tecnologia que ainda está em curso, envolvendo Embrapa Pecuária Sul, Grazmec e produtores.

Já o indicador **Dedicação e perfil do responsável** também sofreu alteração positiva no seu coeficiente (1,8), com impacto considerado forte pelos especialistas (informantes do tipo 1) na variável õhoras de permanência no estabelecimentoõ, enquanto os produtores (informantes do tipo 2), consideraram moderado o impacto nessa variável, ou seja, os produtores não reconhecem que o uso da tecnologia modifique, nas suas grandes linhas, as habilidades e competências do gestor do estabelecimento, nem requer seu engajamento por um maior número de horas no processo produtivo. Isso tem ocorrido em relatórios de impactos anteriores dessa tecnologia. Não houve qualquer alteração nos indicadores **Condição de comercialização** e **Reciclagem de resíduos**. Quanto a isso, parece ter havido uma concordância dos informantes do tipo 1 e do tipo 2.

## 4.2. Análise dos resultados

### Índice de impacto social

Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
2,10	1,06	1,46

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

O aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo apresentou índice de 1,46 de impacto social, um recuo moderado do impacto positivo nessa dimensão, considerando-se os relatórios de impactos da tecnologia de anos anteriores (2012/2013), nos quais o

índice já era pouco expressivo (1,68). Em 2014/2015, o índice foi 1,49. A tecnologia apresentou maiores impactos positivos nos indicadores **Capacitação** (5,8), **Segurança alimentar** (4,1), **Renda** (3,8) e **Valor da propriedade** (2,9). O grau do impacto medido através desses indicadores pode ser compreendido quando se considera o cenário de uso efetivo do equipamento, mesmo que os produtores, de uma maneira geral, venham se utilizando da tecnologia em apenas parte de suas pastagens. Há um incremento da produtividade, em geral reconhecido pelos informantes visitados, que repercute no aumento da renda e na valorização da propriedade. Ao mesmo tempo, os informantes têm admitido melhorias no processo de terminação dos seus animais, com repercussão na oferta do produto carne bovina e no abastecimento do mercado (indicador **Segurança alimentar**). Para aqueles que a vêm utilizando há mais tempo, os resultados são bastante promissores, segundo eles próprios.

É que a tecnologia precisa ser utilizada de maneira continuada, safra após safra, associada a um manejo mais sistemático dos campos, que inclui inclusive cuidados para que o grau de infestação de plantas invasoras não torne o seu uso ineficaz. Esse uso continuado parece, conforme os entrevistados, incidir no impacto positivo sobre o indicador **Capacitação**. Alguns informantes mencionaram que, com o avanço da lavoura de soja no sul do Rio Grande do Sul, os produtores estão tendo que dar bola para partes do campo que antes ninguém dava nada por elas. Já o indicador **Relacionamento institucional**, conforme já foi visto, estaria ligado ao fato de que permanecem as parcerias voltadas ao aperfeiçoamento da tecnologia (Embrapa Pecuária Sul/Grazmec/produtores).

Seis indicadores não foram alterados pelos informantes, dois no aspecto emprego, um no aspecto renda, um no aspecto saúde e dois no aspecto gestão e administração, dificultando a obtenção de um índice de impacto social mais substantivo. A redução do índice de impacto social de 1,68, em 2012, para 1,49, entre 2013 e 2015, está diretamente ligada à redução de coeficientes de indicadores dos aspectos emprego e do indicador **Valor da propriedade** no aspecto renda. Este último indicador apresentou uma modesta elevação do seu coeficiente (de 2,5, em 2015, para 2,9, em 2016). O prognóstico feito em relatórios de impacto anteriores dessa tecnologia de que provavelmente haveria nos próximos anos um impacto positivo mais forte sobre os indicadores **Geração de renda no estabelecimento** e **Condição de comercialização**, à medida em que forem mais sentidos pelos produtores os efeitos econômicos decorrentes do melhoramento das pastagens (especialmente do campo nativo), foi confirmado parcialmente em 2015 e 2016. No indicador **Geração de renda no estabelecimento**, é preciso mencionar que, embora praticamente não tenha havido redução do coeficiente entre 2013 e 2016 (3,8, em 2013 e 2014, para 3,7, em 2015, e retorno ao patamar de 3,8, em 2016), ele já foi mais expressivo em passado recente (5,0 de coeficiente no relatório de 2012). Mas no que diz respeito ao indicador **Condição de comercialização**, embora alguns adotantes venham afirmando terem conseguido preparar seus terneiros em um tempo mais curto, tal avanço na gestão não tem repercutido em alteração positiva no indicador mencionado.

### 4.3. Impactos sobre o emprego

Número de empregos gerados ao longo da cadeia
---

2,0
-----

As expectativas de geração de empregos a partir do uso dessa tecnologia no estabelecimento ou na escala do seu entorno são muito reduzidas. O próprio perfil dos adotantes da tecnologia, conforme já foi comentado neste relatório, que associa a pecuária com a agricultura, indica que o manejo do dispositivo para aplicação seletiva do herbicida se dá através de um funcionário que normalmente opera o trator nas atividades da lavoura existente na propriedade.

Entre os especialistas entrevistados, existe a perspectiva de que a indústria mecânica encarregada da fabricação do dispositivo, localizada no Município de Não-Me-Toque, no noroeste do Rio Grande do Sul, possa criar algum novo posto de trabalho em função do aumento da demanda pela máquina, principalmente, quando é observado que sua abrangência cobre todos os biomas brasileiros. Porém, os dados sobre o movimento das vendas desse equipamento obtidos junto à indústria e revendedores, mostraram que a tendência de crescimento das vendas é moderada (349 máquinas vendidas entre 2009 e 2016).

#### 4.4. Fonte de dados

- Os dados foram obtidos através de entrevista com o especialista, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, responsável pelo desenvolvimento da tecnologia; entrevistas com onze produtores adotantes da tecnologia com visitas às suas unidades de produção; entrevistas com quatro revendedores da tecnologia (nos municípios de Vacaria, Cachoeira do Sul, Capão do Leão e Bagé, ambos no Rio Grande do Sul). Também foram consultadas bibliografias referentes aos aspectos sociais dos sistemas produtivos da bovinocultura de corte, sobre o trabalho cooperativo na agricultura e na pecuária em comunidades rurais e sobre segurança alimentar e nutricional. As consultas feitas a funcionários do setor de vendas da Grazmec serviram para demonstrar o ritmo das vendas da tecnologia em 2016, e colaboraram para a análise dos impactos sobre o emprego, razão pela qual os dois informantes foram mantidos no quadro abaixo.

**Tabela 4.4.1.** Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Especialista	Produtor Patronal		Total
			Médio	Grande	
Aceguá	RS			1	1
Bagé	RS	1			1
Cachoeira do Sul	RS	1			1
Campos Novos	SC		1		1
Capão do Leão	RS	1		1	2
Dom Pedrito	RS			2	2
Hulha Negra	RS			1	1
Muitos Capões	RS			1	1
Não-Me-Toque	RS	2			2
Restinga Seca	RS			1	1
Rio Branco	AC	1			1
Rosário do Sul	RS			1	1
Santana do Livramento	RS			1	1
São Gabriel	RS		1		1
Vacaria	RS	1			1
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>18</b>



## 5. Avaliação dos impactos ambientais

### 5.1. Avaliação dos impactos ambientais

As áreas de pastagens naturais no Brasil encontram-se, em sua maioria, degradadas, em decorrência do manejo inadequado que é dispensado a elas. Intensidades de pastejo excessivas ou superpastejo acabam causando perda da cobertura vegetal (NABINGER, 2006), principalmente, das espécies consideradas desejáveis. A invasão de espécies consideradas indesejáveis nessas áreas é uma das consequências da utilização sem controle dos recursos forrageiros.

De acordo com o pesquisador responsável pelo desenvolvimento do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, o controle das espécies invasoras ou indesejáveis deve incluir, além da utilização de herbicidas, práticas de conservação dos recursos forrageiros, tais como a conservação da fertilidade dos solos, com o uso de adubações de manutenção, e o controle da adequada lotação animal nas pastagens. Deve incluir, ainda, o controle da movimentação dos animais, como no caso do capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees), evitando-se a movimentação dos mesmos de áreas contaminadas para áreas não contaminadas. Esta gramínea exótica, introduzida acidentalmente no Rio Grande do Sul, é considerada a espécie invasora mais agressiva e problemática em termos de controle, na Região Sul do Brasil, ocupando, atualmente, de acordo com estimativas, 20% das áreas de pastagens naturais no Rio Grande do Sul (MEDEIROS et al., 2004).

Até o momento, não existem herbicidas específicos ou seletivos para o controle de gramíneas invasoras em estágio adulto nas pastagens. Dessa forma, para controlar a infestação das mesmas nas pastagens, tem sido recomendada a utilização do herbicida sistêmico, não seletivo, Glifosate, por meio de aplicação convencional, através de pulverização, prática essa, que tem como resultado o controle das espécies indesejáveis, mas, também, a morte das espécies forrageiras desejáveis. No caso específico do capim-annoni, em razão da sua grande produção de sementes, com elevada capacidade de conservação no solo, tanto a prática da dessecação de toda a vegetação com herbicidas, por meio da pulverização, quanto a do preparo convencional do solo, apresentam consequências desastrosas. Normalmente, após esse tipo de intervenção, o capim-annoni instala-se com grande facilidade, pela germinação de novas plantas, acelerando ainda mais a perda da diversidade florística da vegetação natural.

A inovação tecnológica do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo advém do controle de plantas invasoras ou indesejáveis em pastagens, com a manutenção de espécies forrageiras. A utilização da Campo Limpo permite que a aplicação de herbicida seja feita de forma seletiva: o produto penetra nas plantas ao encostar-se às suas folhas por meio dos aplicadores, que ficam encharcados com o herbicida, ao invés de ser pulverizado (PEREZ, 2010a).

A avaliação dos impactos ambientais da tecnologia do Aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo foi realizada utilizando-se a metodologia Ambitec desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente. Optou-se por utilizar os módulos Ambitec-Agricultura e Ambitec-Produção Animal, com o objetivo de realizar uma avaliação ampla da tecnologia. Também foi feita a separação das respostas dos entrevistados em Tipo 1 (especialistas) e Tipo 2 (adotantes) de forma a melhor detalhar a avaliação.

### 5.1.1. Alcance da tecnologia

A abrangência da tecnologia compreende os ecossistemas Amazônico; Caatinga e florestas decíduas da Região Nordeste; Cerrados; Costeiros e Floresta Atlântica; Extremo Sul; Florestas Estacionais Semidecíduas; Meio Norte.

A influência da tecnologia está ocorrendo, principalmente, na Região Sul do Brasil, em maior grau no Estado do Rio Grande do Sul, onde a tecnologia foi desenvolvida e onde se encontra a empresa responsável pela fabricação do equipamento. Esta influência é dependente da compra do aplicador seletivo por parte do produtor.

De acordo com o relatório de vendas Grazmec, empresa que fabrica e comercializa a Campo Limpo, pode-se visualizar na tabela 5.1.1.1 as vendas do implemento desde 2009 até 2016, as quais totalizam 349 unidades. Foram comercializadas 346 unidades para todas as regiões do Brasil: na região Sul, para Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; na região Sudeste, para Rio de Janeiro e São Paulo; na região Centro-Oeste, para Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; na região Norte, para Acre, Pará, Rondônia e Tocantins; na região Nordeste, para Bahia. No RS, foram comercializadas 290 máquinas para os mais diferentes municípios de todas as microrregiões do estado. Nos outros estados, foram comercializadas 56 máquinas, sendo 31 somente para o Acre; para Santa Catarina, 9 máquinas; Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, 3 máquinas para cada estado; Bahia, Goiás, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia e Tocantins, 1 para cada estado. Também já foram comercializadas 1 máquina para a África do Sul e duas para o Uruguai.

Durante o ano de 2016, foram vendidas 70 máquinas, sendo duas para o Uruguai. No RS, foram vendidas 48 máquinas para os seguintes municípios: Alegrete (10), Barra do Quaraí (1), Barra do Ribeiro (1), Bossoroca (1), Cachoeira do Sul (3), Dom Pedrito (4), Estrela (1), Júlio de Castilhos (3), Lajeado (1), Lavras do Sul (1), Marau (1), Nova Ramada (1), Santa Bárbara do Sul (3), Santana do Livramento (1), Santiago (1), São Francisco de Assis (1), São Gabriel (1), São Luiz Gonzaga (2), São Miguel das Missões (1), São Vicente do Sul (1), Taquara (2), Uruguiana (7). Nos outros estados do país, foram vendidas, 20 máquinas, sendo 12 máquinas somente para o estado do Acre; para os estados de Bahia, Mato Grosso, Pará, Paraná, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins, foram vendidas uma máquina para cada estado (Tabela 5.1.1.1).

**Tabela 5 1.1.1.** Vendas da Campo Limpo (2009 ó 2016)

Comprador	Ano de venda								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
África		1							1
Uruguai								2	2
<b>Brasil - Estados</b>									
Acre					1	4	14	12	31
Bahia								1	1
Goiás					1				1
Mato Grosso					1		1	1	3
Mato Grosso do Sul					1		2		3
Pará								1	1
Paraná								1	1
Rio de Janeiro							1		1
Rio Grande do Sul	4	23	37	27	44	65	42	48	290
Rondônia								1	1
Santa Catarina	1		1	2	1	3		1	9
São Paulo			1				1	1	3
Tocantins								1	1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>49</b>	<b>72</b>	<b>61</b>	<b>70</b>	<b>349</b>

Fonte: Relatório de vendas da Grazmec. Dados sistematizados pela equipe de avaliação de impactos da Embrapa Pecuária Sul.

A Tabela 5.1.1.2 mostra as vendas da Campo Limpo de 2009 a 2016, no Rio Grande do Sul, estratificadas pelo tipo de comprador.

**Tabela 5.1.1.2.** Vendas da Campo Limpo no Rio Grande do Sul (2009 ó 2016)

RIO GRANDE DO SUL Comprador	Ano de venda								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Revenda de máquina e implemento agrícola	2	13	19	13	25	50	37	32	191
Particular	2	8	17	13	18	13	5	16	92
Sindicato rural e cooperativa agrícola			1	1	1	2			5
Empresa pública (Embrapa; Eletrosul)		2							2
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>44</b>	<b>65</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>290</b>

Fonte: Relatório de vendas da Grazmec. Dados sistematizados pela equipe de avaliação de impactos da Embrapa Pecuária Sul.

Essa estratificação permite observar que as revendas de máquinas e implementos agrícolas compõem a maioria das compras realizadas diretamente na indústria Grazmec. Esse é um dos motivos de a equipe de avaliação de impactos considerar o revendedor como um entrevistado para o trabalho de avaliação de impactos. Outro motivo é que as revendas são, muitas vezes, o principal elo entre a fábrica e o produtor rural.

### 5.1.2. Eficiência tecnológica

**Tabela 5.1.2.1.** Eficiência tecnológica

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
Uso de agroquímicos	Sim	7,5	-1,0	2,31
Uso de insumos veterinários e de alimentação	Sim	0,0	2,0	1,22
Uso de energia	Sim	1,0	3,0	2,22
Uso de recursos naturais	Sim	6,5	-1,5	1,61

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Todos os indicadores de Eficiência tecnológica ó uso de agroquímicos, uso de produtos veterinários, uso de energia e uso de recursos naturais ó apresentaram alterações em função do uso da tecnologia.

No que se refere ao **uso de agroquímicos**, de acordo com o pesquisador entrevistado, a utilização do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, quando relacionada ao controle de dicotiledôneas, causa grande diminuição da toxicidade, visto que permite a aplicação de um herbicida sistêmico, não seletivo, como o Glifosate, de forma seletiva. Esse tipo de aplicação é obtido pela diferença de altura que ocorre nas pastagens entre espécies pastejadas, mais baixas, e espécies rejeitadas, mais altas, com aplicação por contato no estrato mais alto, através de um sistema de cordas embebidas com o produto. O herbicida Glifosate, quando comparado aos herbicidas específicos para o controle de dicotiledôneas, como o 2,4-D associado ao Picloran, apresenta princípio ativo de mais fácil degradabilidade, com menos tempo de permanência no solo ó de 60 a 90 dias, conforme o teor de matéria orgânica no mesmo. Além disso, o Glifosate pode ser encontrado em formulações com classificação toxicológica IV, ou seja, pouco tóxico, ao contrário da associação 2,4-D + Picloran, cuja classificação toxicológica é I, extremamente tóxica, conforme dados do pesquisador entrevistado. Ainda de acordo com o pesquisador entrevistado, ocorre grande diminuição da variedade de ingredientes ativos, na medida em que se pode fazer uso somente do Glifosate para as diversas espécies de plantas indesejáveis ou invasoras, sejam elas de folhas largas ou de folhas estreitas.

Já os produtores entrevistados identificaram um moderado aumento na frequência de uso de agroquímicos, na medida em que compararam o controle químico feito com a utilização do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, com o controle mecânico, feito com o uso da roçadeira. Alguns produtores compararam o uso da Campo Limpo com o de um equipamento concorrente disponível no mercado, denominado Lambe-lambe. Esse equipamento utiliza carpete ou estopa em lugar das cordas, e a calda herbicida é liberada sem controle de vazão, diferentemente da Campo Limpo, que possui controle de vazão, por meio de regulação elétrica do volume de aplicação, de acordo com o grau de infestação.

Em 2015, a equipe de avaliação de impactos entrevistou o proprietário da empresa de revenda de implementos agrícolas que mais comercializou o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo nesse ano no RS. De acordo com relatório de vendas fornecido pela empresa que fabrica e comercializa o implemento, foram 15 máquinas vendidas por essa revenda em 2015. Esse revendedor mostrou-se diferenciado

em relação aos demais que já foram entrevistados, ao relatar, durante a entrevista, que tem buscado investir fortemente na entrega técnica e no pós-venda dos produtos que comercializa.

Conforme o revendedor, essa iniciativa proporciona ao produtor que adquire a Campo Limpo, bem como ao operador que vai utilizá-la, orientação sobre regulagens, funcionalidades e melhor uso do implemento, como, por exemplo, a utilização da dosagem certa, a indicação de altura de uso ou mesmo a preparação prévia da área para uso do implemento, além do suporte na reposição de peças. As orientações sobre o uso adequado da Campo Limpo foram consideradas muito importantes pelo revendedor, que destacou que a maior parte (70%) dos problemas com o uso da Campo Limpo deve-se ao mau uso do implemento, decorrente da falta de treinamento da mão de obra que utiliza o mesmo, e somente uma pequena parte (30%) é causada por problemas de mecânica da máquina.

Esse revendedor comparou a Campo Limpo com uma roçadeira, que além de cortar a vegetação, faz a trituração do material cortado e sua distribuição sobre o solo, denominada de Tritton. Ao fazer essa comparação, identificou um moderado aumento no uso de agroquímicos. O coeficiente de impacto para o uso de agroquímicos, conforme dados da Tabela 5.1.2.1, é de 2,31.

No ano de 2016, a equipe de avaliação de impactos entrevistou um produtor que, em razão de problema com infestação do capim-annoni em sua propriedade no município de São Gabriel, na fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, está utilizando a Campo Limpo e também o Mirapasto. Esse produtor trabalha somente com terminação de bovinos em um sistema de pastejo rotacionado, no qual, segundo o próprio produtor, o que guia a movimentação dos animais nos piquetes ou poteiros, é a Campo Limpo, em razão do uso bem-sucedido da tecnologia para o controle do capim-annoni na propriedade. Não obstante a importância dada ao implemento para a atividade de pecuária desenvolvida, o produtor relatou que não obteve sucesso somente com o uso da máquina para o controle do capim-annoni, o que o fez iniciar com o Mirapasto.

O Método Integrado de Recuperação de Pastagens ó Mirapasto propõe a utilização de recomendações de manejo de pastagens de forma conjunta, planejada e contínua, buscando interação e sinergia entre as práticas recomendadas, e, consequentemente, um resultado mais efetivo na recuperação de pastagens degradadas. As práticas têm quatro focos ou objetivos: o controle de plantas indesejáveis adultas, a correção e a manutenção da fertilidade do solo, a introdução de espécies forrageiras de inverno e de verão e o controle da oferta de pasto. A perspectiva do Mirapasto está voltada para o melhoramento do potencial produtivo e a reversão da degradação das pastagens sem a necessidade de mobilização do solo ou da dessecação total da vegetação (PEREZ, 2015). Essa perspectiva só é possível com a utilização da aplicação seletiva de herbicida com o uso da enxada química ou da máquina Campo Limpo para o controle das plantas indesejáveis ou tóxicas, que se torna mais eficiente com a utilização das demais práticas recomendadas.

Em dezembro de 2016, foi publicado, dentro da programação do Dia de Campo na TV, um vídeo sobre o Mirapasto, com foco no controle do capim-annoni, em que os quatro pilares do método são descritos em uma linguagem acessível ao público em geral, por meio de reportagens e entrevistas (MÉTODO..., 2016).

De acordo com o produtor entrevistado, antes de adquirir a Campo Limpo, costumava fazer roçadas mecânicas para deixar o capim-annoni com altura mais baixa, com o objetivo de diminuir a proporção de folhas dessa indesejável nas áreas infestadas. No inverno, seus bois tinham somente a palha do capim-annoni para se alimentar e perdiam peso; com a utilização da Campo Limpo, nas áreas infestadas, no período do outono, seguida da formação de pastagem de aveia e azevém, o produtor relatou que seus bois passaram a ter ganho de peso no inverno. Este ano, é o primeiro em que o produtor está implantando uma pastagem também no período de verão, conforme preconiza o Mirapasto, o que representa para esse produtor uma expectativa de mudança significativa nos ganhos nesse período, a partir da possibilidade, que antes não era visualizada, de fazer uma outra utilização da Campo Limpo, no período que antecede o verão, seguida da introdução de pastagem de verão, no caso, o sorgo forrageiro.

Esse produtor considerou que, com o uso da Campo Limpo e das práticas do Mirapasto, houve maior adoção de tecnologias, o que se refletiu em maior uso de insumos, tais como fertilizantes para correção de pH e nutrientes do solo, e sementes de forrageiras para implantação de pastagens. Essa maior adoção de tecnologias apontada pelo produtor decorre de uma intensificação da atividade pecuária possibilitada pelo controle do capim-annoni na propriedade. Para esse produtor, o maior rendimento virá a longo prazo, quando, para o período do inverno, haverá pastagem de azevém perenizada por ressemeadura, bem como no período do verão, quando terá disponibilidade de alimento do próprio campo nativo recuperado da infestação do capim-annoni, sem custo para implantação de pastagens.

As entrevistas com produtores têm apontado outro aspecto relacionado ao controle das plantas indesejáveis, qual seja a diminuição, em áreas de pecuária, da presença do carrapato no gado. Segundo os produtores entrevistados, isto ocorreu devido à limpeza do campo obtida com a máquina Campo Limpo, a qual diminui a quantidade de carrapatos no pasto e, também, o contato do carrapato com os animais. Um produtor entrevistado em 2016 também considerou esse aspecto e relacionou-o à diminuição da altura do dossel obtida com o controle do capim-annoni nas áreas de campo em sua propriedade. Esse efeito foi identificado pelos produtores como fator que proporcionou maior espaçamento entre os banhos carrapaticidas, com consequente diminuição na frequência de **uso de produtos veterinários**.

Em relação ao **uso de alimentação**, foi identificada menor necessidade de uso de sal mineral, quando a infestação por capim-annoni diminui, e aumenta a presença das plantas forrageiras, conforme visto nos impactos econômicos. De acordo com um produtor entrevistado: "campo ruim exige uso de mais sal para o gado". O coeficiente de impacto para o uso de produtos veterinários e de alimentação é de 1,22 conforme dados da Tabela 5.1.2.1.

Em relação ao **uso de energia**, tanto os especialistas quanto os produtores identificaram diminuição, principalmente, no uso de diesel. Os entrevistados salientaram que o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo é uma máquina leve, mesmo após a colocação da calda herbicida no reservatório, o que facilita o trabalho do trator, o qual pode ser utilizado com o motor em baixa rotação. Dois produtores entrevistados salientaram que o trator necessário para utilização com a Campo Limpo é de menor potência quando comparado com o exigido para utilização com uma roçadeira mecânica dupla ou tripla, as quais equivalem em largura ao aplicador seletivo. Para os produtores, a largura de quase quatro metros que o aplicador possui é considerada uma

característica positiva, porque aumenta o rendimento da aplicação. A diminuição no uso de energia foi considerada moderada pelos especialistas; já os produtores identificaram uma grande diminuição quando comparado ao controle mecânico com roçadeira. Em áreas de grande infestação por capim-annoni, a diminuição no uso do diesel é ainda maior, visto que, para esta invasora, que apresenta estruturas bastante entouceiradas e fibrosas, a prática da roçada exige muito do trator, causando aumento no consumo de diesel e baixo rendimento. Um produtor entrevistado em 2016 inclusive quantificou a diferença entre o consumo de diesel com o trator utilizando a Campo Limpo (em média, em torno de 8 l. ha<sup>-1</sup>) comparado com o consumo de diesel com o trator utilizando a roçadeira mecânica (em média, em torno de 17 l. ha<sup>-1</sup>), como sendo, no mínimo, de 50%. O revendedor entrevistado em 2015 já havia considerado o consumo de combustível do trator para utilização da Campo Limpo bem menor em relação ao uso do trator com a roçadeira Triton, bem como a manutenção do implemento, que no caso da Campo Limpo seria mais facilitada e menos custosa comparado com a Triton, que exige troca de correias e facas. O coeficiente de impacto para o uso de energia é de 2,22 (Tabela 5.1.2.1).

Foi visto que o produtor, muitas vezes, necessita fazer uso da roçada para preparar a área para utilizar a Campo Limpo. Dois produtores entrevistados relataram o uso de outras estratégias, as quais são descritas a seguir. Um produtor relatou ter feito modificações no equipamento, para tentar evitar o arranquio das cordas, ocasionado pela vegetação invasora que tenta controlar, composta por maria-mole (*Senescio spp*) e guaxuma (*Sida sp*). Esse produtor, ao invés de realizar a roçada prévia, colocou uma madeira, formando uma espécie de batedor, na parte dianteira do equipamento, tentando proteger as cordas e evitar que as mesmas se soltem e provoquem o derramamento da calda herbicida em toda a vegetação. Outro produtor relatou que usa a Campo Limpo para controlar o capim-annoni e o alho-macho (*Sisyrinchium platense*) nas áreas da propriedade com presença dessas invasoras. No entanto, não a utiliza em áreas com presença de carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) DC) e chirca (*Eupatorium buniifolium* Hook. ex Arn), porque, segundo ele, as cordas não resistem. Para essas áreas, o produtor relatou utilizar outro equipamento, a Lambe-lambe, considerado mais resistente.

Entretanto, conforme recomendação do manual de Utilização da Campo Limpo (PEREZ, 2010a), seria necessário, tanto para a maria-mole, quanto para a guaxuma, a carqueja e a chirca, que são espécies subarborescentes ou arbustivas, dependendo do estágio de desenvolvimento em que se encontram no momento de utilização da Campo Limpo, realizar a roçada mecânica prévia. Tal prática propicia o uso da Campo Limpo no estágio de rebrote da vegetação que se deseja atingir, condição fisiológica adequada para que as plantas absorvam melhor a calda herbicida. Concomitantemente, nessas condições, a vegetação não danifica as cordas do equipamento. Esses aspectos parecem ser pouco entendidos pelos produtores entrevistados que relataram problemas com as cordas do equipamento ao utilizá-lo.

No que se refere ao **uso de recursos naturais**, para os especialistas ocorre grande diminuição do uso de água para aplicação, quando comparado à aplicação convencional, por pulverização, com diminuição, em torno de 10 vezes menos, da quantidade de água utilizada. Em contrapartida, os produtores identificaram moderado aumento do uso da água, ao compararem com a roçadeira mecânica, a qual não exige uso de tal recurso. Um produtor entrevistado considerou que há um aumento do uso da água, em virtude da necessidade de utilizar a lava jato todos os dias em que usa a máquina, para lavá-la após o uso. Sobre essa questão, um produtor entrevistado em

2016 enfatizou que, para evitar problemas de entupimento, deve-se sempre lavar logo após o uso, sendo que, molhar as cordas com água antes do uso, de acordo com o entrevistado, pode ajudar a desentupir, caso haja entupimento nos locais de saída da calda herbicida.

Apesar de os especialistas terem identificado uma maior capacidade de suporte da pastagem, o que poderia levar a uma moderada diminuição das áreas destinadas para pastagens, para a maioria dos produtores entrevistados não houve modificação nesta variável. De acordo com o pesquisador entrevistado, essa diminuição de área para pastagem está relacionada ao maior desenvolvimento das plantas com valor forrageiro, que crescem sem competição por espaço e nutrientes com as plantas indesejáveis ou invasoras, o que possibilitaria modificação de uma condição de menor para maior oferta de forragem para os animais. Para as condições de ambiente onde a tecnologia está sendo mais utilizada, ou seja, no Rio Grande do Sul, a maior parte das áreas onde se desenvolve a pecuária já está formada pelo campo nativo.

No entanto, conforme destacou o pesquisador, nas condições onde a formação de pastagem cultivada implica na modificação da vegetação original, maior oferta de forragem, em uma mesma área, pode significar menor necessidade de formação de novas áreas de pastagem. Essa observação foi compartilhada por um produtor entrevistado que identificou que o controle com o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo realizado em áreas bastante infestadas, quando comparado com áreas menos infestadas por espécies indesejáveis, pode resultar em menor necessidade de área de pastagem. Um revendedor entrevistado considerou que, com a ampliação das áreas de agricultura, principalmente, para a lavoura de soja, no Rio Grande do Sul, está ocorrendo uma redução das áreas de pecuária. De acordo com o revendedor, a tecnologia é importante nesse cenário, porque pode melhorar a condição do campo, por meio do controle das invasoras, possibilitando que o produtor possa intensificar o uso das áreas e evitar a redução de seu rebanho. O coeficiente de impacto para o uso de recursos naturais é de 1,61 (Tabela 5.1.2.1), favorável em termos de eficiência no uso dos recursos.

### 5.1.3. Conservação ambiental

**Tabela 5.1.3.1.** Conservação ambiental

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
Atmosfera	Sim	1,7	1,5	1,58
Qualidade do solo	Sim	5,0	2,5	3,47
Qualidade da água	Sim	0,0	0,0	0,00
Biodiversidade	Sim	2,4	2,4	2,40

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Os indicadores de Conservação ambiental são grandemente favorecidos pela inovação tecnológica.

Em relação à **atmosfera**, para os especialistas, ocorre grande diminuição de material particulado lançado na atmosfera, em função da aplicação ser realizada por contato e não por pulverização, o que diminui a deriva, característica das aplicações



pulverizadas, com grandes benefícios para a conservação da qualidade da atmosfera e com melhoria da segurança relacionada a intoxicações por inalação indevida por parte do operador, aspectos que foram reiterados por um produtor entrevistado em 2016. Para os produtores, ocorre grande diminuição de fumaça e de ruídos no ambiente, ao comparar o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo com a roçadeira mecânica, quando os mesmos se encontram em atividade, visto que com o aplicador, o motor do trator trabalha em uma rotação mais baixa, enquanto a roçadeira exige que o trator trabalhe em alta rotação. Quando se considera o efeito sobre os gases de efeito estufa, os especialistas estimaram uma moderada diminuição desses na atmosfera, proporcionada pelo maior rendimento e pela menor exigência do trator que o aplicador seletivo proporciona em comparação à prática da roçada. A fixação de carbono também é favorecida ao considerar-se que esta ocorre com a permanência das plantas desejáveis, não atingidas pela aplicação seletiva de herbicida na pastagem. O coeficiente de impacto para a conservação do indicador atmosfera é de 1,58, conforme Tabela 5.1.3.1.

A **qualidade do solo** também é beneficiada pela tecnologia. Produtores e especialistas identificaram moderada diminuição da erosão, bem como da compactação do solo. Para os especialistas, ocorre ainda diminuição da perda de matéria orgânica e de nutrientes, o que gerou um coeficiente de impacto bastante favorável (3,47), conforme Tabela 5.1.3.1, para a conservação do indicador. As melhorias na estrutura física e química do solo são consequência da conservação das espécies forrageiras desejáveis, quando do uso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, quando comparado tanto com a pulverização convencional quanto com a roçadeira mecânica. Com a aplicação seletiva de herbicida, não ocorre a eliminação de todas as espécies de plantas da área controlada, ao contrário da pulverização convencional, que causa a formação de áreas de solos descobertas, bastante suscetíveis à erosão, à perda de matéria orgânica e de nutrientes e compactação, o que causa degradação física e química dos solos.

Um produtor entrevistado em 2016, que, além da Campo Limpo, está utilizando o Mirapasto, considerou que o uso de fertilizantes nas áreas de campo, para a introdução de forrageiras de verão, melhora a qualidade química do solo, pela adição de calcário e adubo, com reposição de nutrientes retirados pelas plantas consumidas pelos animais.

Da mesma forma, ocorre benefício para a **biodiversidade**, com grande diminuição da perda da vegetação natural, identificada tanto por produtores quanto por especialistas, com coeficiente de impacto de 2,40 (Tabela 5.1.3.1), que se torna bastante favorecida pelo uso da tecnologia, considerando-se que aquelas plantas que compõem a diversidade florística das pastagens naturais e que possuem valor forrageiro mantêm-se nas áreas controladas pela forma seletiva de aplicação. De acordo com produtor entrevistado, a roçadeira, que antes era usada para controlar as plantas indesejáveis, como a maria-mole e a carqueja, nas áreas de pastagem de sua propriedade, acabava prejudicando as espécies forrageiras, como o capim mimoso (*Schizachyrium tenerum* Nees) e o trevo branco (*Trifolium repens* L.), pois cortava a vegetação em um nível muito baixo e de forma indiscriminada. A mesma foi substituída pelo uso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, que segundo o mesmo produtor, deixa a pastagem livre de indesejáveis, as quais não competem com o trevo por água e nutrientes, favorecendo seu desenvolvimento. Outro fator positivo identificado pelo produtor foi o controle feito de maneira mais facilitada com o aplicador, o que faz com que as espécies indesejáveis não venham a ocupar os espaços das plantas forrageiras. Segundo ele,

quando usava a roçadeira mecânica, acabava protelando o controle e as invasoras acabavam por dominar as áreas de pastagem.

Os produtores e especialistas entrevistados não identificaram alteração, pelo uso da tecnologia, para o indicador **qualidade da água** (Tabela 5.1.3.1).

#### 5.1.4. Recuperação ambiental

**Tabela 5.1.4.1.** Recuperação ambiental

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
Recuperação ambiental	Sim	1,6	1,2	1,36

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Os especialistas consideraram ocorrer moderada diminuição de solos degradados; para ecossistemas degradados, produtores e especialistas identificaram grande reversão da degradação do ecossistema pastagem natural, com recuperação de áreas degradadas pela presença de plantas indesejáveis ou invasoras. A manutenção das espécies desejáveis na pastagem, em função da aplicação seletiva do herbicida, proporciona maior cobertura do solo, com redução das chances de reinfestação de espécies indesejáveis na área controlada. Produtores entrevistados relataram que a utilização da roçadeira mecânica para controlar espécies indesejáveis tais como a chirca, espécie arbustiva, e a carqueja, espécie entouceirada subarbustiva, as quais não servem para a alimentação do gado, além de não propiciar o controle, conforme esperado, fez com que as mesmas rebrotassem com mais vigor, com maior quantidade de ramos. Esses mesmos produtores relataram que, com a utilização do aplicador seletivo Campo Limpo, ocorreu o controle, e que a morte das plantas indesejáveis proporcionou um aumento da luminosidade para as espécies desejáveis, que permaneceram nas áreas e foram favorecidas em seu desenvolvimento. O coeficiente de impacto para o indicador Recuperação ambiental é 1,36, conforme dados da Tabela 5.1.4.1.

A reversão da degradação para uma condição de maior cobertura do solo por espécies forrageiras e, conseqüentemente, maior produtividade, constitui um processo complexo. Esse processo inclui a utilização correta do aplicador, com a avaliação prévia da cobertura do solo por plantas forrageiras e o preparo anterior da vegetação da área a ser tratada, além de cuidados com o ajuste da lotação animal e a reposição de nutrientes ao solo (PEREZ, 2010b).

Para os produtores, o preparo prévio da área necessário para o controle feito com a Campo Limpo é visto como uma desvantagem em relação à roçadeira ou à pulverização. Em contrapartida, o pesquisador responsável pelo desenvolvimento da Campo Limpo considera que a exigência de maior atenção ao pasto por parte do produtor faz com que o mesmo modifique positivamente a forma de enxergar a pastagem e sua utilização, com benefícios para a conservação e a recuperação do ecossistema pastagem natural. O aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo foi considerado, por produtor entrevistado, como substituto do fogo, tradicionalmente utilizado, até sua proibição, para o controle de indesejáveis, tais como o caraguatá (*Eryngium horridum* Malme), em áreas de pastagem natural.

A melhoria da condição da pastagem natural, com a introdução de espécies de qualidade forrageira, pode vir associada ao controle de espécies indesejáveis. Em experimento realizado na região da Campanha do Rio Grande do Sul, o uso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo para controlar o capim-annoni, proporcionou o estabelecimento, sem a necessidade de preparo do solo ou da dessecação total da vegetação com herbicida, de uma espécie forrageira hibernal ó o azevém (*Lolium multiflorum* L.) ó em área de pastagem natural altamente infestada ó acima de 80% ó, além do próprio controle do capim-annoni, com a conservação das espécies forrageiras nativas (NUNES et al., 2012). De acordo com o especialista entrevistado, em condições de infestações intensas, sem o controle do capim-annoni, ocorre sombreamento e o azevém não se estabelece. Por outro lado, se nessas áreas há o controle do capim-annoni sem a sobressemeadura de espécies forrageiras, a oferta de forragem para o gado pode ficar comprometida, pela ausência de plantas para servir de alimento aos animais, e as partes em descoberto das áreas controladas podem sofrer compactação e erosão.

Em áreas com menores infestações, o controle seletivo do capim-annoni, que degrada o ambiente onde se dissemina, auxilia na preservação das espécies nativas (CAPIM-ANNONI..., 2008), podendo promover maior cobertura do solo e, inclusive, recuperação da diversidade florística e da fauna local. A reversão do processo de degradação das pastagens naturais, particularmente, nos Campos Sulinos, inclui o uso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo para o controle da invasão do capim-annoni, como forma de preservar e recuperar a vegetação original, tão importante para a atividade pecuária da Região Sul do Brasil. O coeficiente de impacto para a recuperação ambiental é de 1,36 (Tabela 5.1.4.1).

Nos relatórios anteriores, havia sido descrito que o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo estaria sendo incluído em um plano de recuperação de áreas degradadas no Acre, a partir de um projeto encaminhado pela Embrapa Acre, que pretendia testar o dispositivo nas condições ambientais próprias da região. A validação da Campo Limpo para o controle de gramíneas invasoras de pastagens na Amazônia foi prevista no Arranjo Repasto ó Recuperação de Pastagens Degradadas na Amazônia, conforme relatado pelo pesquisador da Embrapa Acre, líder do projeto âncora desse Arranjo. Atualmente, dois projetos envolvendo a aplicação seletiva de herbicidas para controle de gramíneas indesejáveis em pastagens, com a utilização da Campo Limpo (versão tratorizada) e da enxada química (versão manual), encontram-se em execução, vinculados ao Arranjo Repasto, a saber: **Técnicas de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia** (02.13.03.001.00.00), liderado pelo pesquisador da Embrapa Acre, Carlos Maurício Soares de Andrade, e **Rede de pesquisa em capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees): ampliação do conhecimento e controle** (02.12.01.012.00.00), liderado pelo pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Naylor Bastiani Perez.

Desde 2013, a iniciativa privada vem comercializando a Campo Limpo no Acre para o controle das invasoras de pastagens capim-navalha (*Paspalum virgatum* L.) e capim-capeta (*Sporobolus indicus* L.). De acordo com dados constantes em relatório de vendas da Grazmec, uma loja agropecuária localizada em Rio Branco já comprou e revendeu, desde 2013, 30 máquinas Campo Limpo, sendo 25 somente nos dois últimos anos (em 2015, 13; em 2016, 12). Por iniciativa dessa agropecuária, a Campo Limpo foi testada para as plantas invasoras presentes nas pastagens da região, uma vez que não existiam informações sobre a sua utilização, tais como dosagens de herbicida, altura de aplicação, etc, naquelas condições, estando restritas às condições do RS. A Campo

Limpo foi comparada com o controle manual ó enxadão ó e mecânico ó roçadeira, e foi considerada mais eficiente para o controle do capim-navalha ou navalhão, tendo sido destacado que ocorre grande desperdício da pastagem quando se utiliza a roçadeira, que corta indiscriminadamente invasora e forrageira.

De acordo com Andrade e Fontes (2015), o capim-navalha é considerado a principal gramínea invasora de pastagens no Acre, em razão de sua ampla ocorrência e capacidade de multiplicação, e dificuldade de controle por métodos convencionais. Segundo os mesmos autores, nas situações em que a infestação é considerada pequena a moderada (até 35%), ou em situações de reinfestação por capim-navalha, após a formação de pastagens, são recomendados métodos de controle com herbicidas pós-emergentes. Esses autores, pesquisadores da Embrapa no Norte do país, relataram que algumas experiências exitosas de controle do capim-navalha com a Campo Limpo já foram realizadas no Acre e destacam que a validação da Campo Limpo para o controle do capim-capeta e capim-navalha em pastagens é uma importante demanda de pesquisa e inovação, bem como o desenvolvimento pela indústria nacional de modelos de enxada química manual e tracionada por quadriciclos (ANDRADE; FONTES, 2015).

No ano de 2016, foram veiculadas algumas matérias sobre o uso da Campo Limpo e, também da enxada química, a versão manual do aplicador seletivo de herbicida, para o controle do capim-navalha. Em junho desse ano, foi veiculada uma reportagem de televisão, na Região Amazônica, na qual a Campo Limpo e a enxada química são mostradas como alternativas para controle dessa invasora, considerada uma ameaça naquela região (CAPIM-NAVALHA ..., 2016). Em dezembro de 2016, foi publicada uma notícia na página da Embrapa Acre, em que a Campo Limpo, denominada de Roçadeira Campo Limpo, e a enxada química têm seus funcionamentos descritos, além de serem consideradas como podendo òser a solução para milhares de produtores rurais da Amazônia, que convivem com infestações de capim-navalha, principal planta invasora de pastagens da região (GONÇALVES, 2016). Essa última matéria foi replicada em vários outros canais de comunicação, principalmente, via Internet, para várias regiões do país, como Campo Grande ó MS, região Serrana do Rio de Janeiro ó RJ, Altamira ó PA, entre outras.

No RS, o aplicador seletivo de herbicida ou roçadeira química Campo Limpo está sendo utilizado em um programa de controle do capim-annoni, nas áreas dos Parques Eólicos Cerro Chato I, II e III, no município de Santana do Livramento. Por intermédio de um convênio de cooperação técnica firmado entre a Embrapa Pecuária Sul e a Eletrosul Centrais Elétricas S.A., subsidiária da Eletrobrás, estão sendo desenvolvidas pesquisas e ações para controle do capim-annoni e recuperação de áreas degradadas, com a utilização da Campo Limpo, nas áreas dos parques, conjuntamente com a Emater-RS. Além disso, está sendo feito um mapeamento das áreas dos parques invadidas pela espécie, com a utilização de imagens de satélite, e um diagnóstico da invasão. Esse diagnóstico indicou que, assim como em outros locais do RS, a gramínea inicialmente foi recomendada e plantada, e somente mais tarde é que passou a ser considerada invasora, tendo posteriormente, sido proibida sua comercialização. Entretanto, a implementação de um programa estadual de controle da expansão da infestação do capim-annoni no Estado nunca se efetivou. Concomitantemente a isso, as práticas de manejo do gado e das pastagens historicamente utilizadas na região ó tropeadas de gado nas estradas, lotação excessiva das pastagens naturais com bovinos e ovinos ó foram favorecendo a ampliação do processo de invasão (PEREZ et al., 2015).

Dentro dessa perspectiva, de aplicação seletiva de herbicida para o controle de espécies indesejáveis e, concomitantemente, manutenção da cobertura vegetal pelas espécies forrageiras, tanto a enxada química, para o controle manual, quanto a Campo Limpo, para o controle mecânico, foram incluídas, como práticas eficazes, associadas às demais práticas do Mirapasto citadas acima, para recuperar pastagens nativas degradadas, no Boletim Técnico Informativo intitulado Recuperação e Melhoramento de Pastagens na Região Sul do Brasil, publicado, em 2015, pela Secretaria da Agricultura e Pecuária do Rio Grande do Sul, como parte integrante do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Esse boletim, bem como a cartilha do Mirapasto, contém informações importantes para a manutenção e/ou recuperação do potencial produtivo das pastagens (PEREZ; SILVEIRA, 2015), as quais merecem ser repetidamente trabalhadas com técnicos e produtores, por meio de capacitações ou dias de campo, por exemplo.

Conforme descrito anteriormente neste relatório, um produtor entrevistado em 2016 já utilizava a Campo Limpo e passou a adotar as práticas recomendadas pelo Mirapasto, buscando recuperar as áreas de campo nativo, em sua propriedade, que estavam fortemente infestadas pelo capim-annoni. Para esse produtor, áreas antes degradadas pela presença do capim-annoni, e que atualmente se encontram em processo de recuperação da vegetação natural, têm potenciais benefícios que ainda não podem ser quantificados, visto que serão expressos futuramente ao longo do tempo.

### 5.1.5. Bem-estar e saúde animal

**Tabela 5.1.5.1.** Bem-estar e saúde animal

Indicador	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
Bem-estar e saúde animal	Sim	0,90	1,80	1,45

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Especialistas e produtores entrevistados destacaram que, ao se considerar que o controle de espécies indesejáveis proporciona o aumento das espécies de maior valor forrageiro, o bem-estar do animal sob pastejo é grandemente beneficiado, na medida em que uma dieta de melhor qualidade nutricional e com maior disponibilidade forrageira é oferecida ao mesmo. Nesse aspecto, conforme foi apontado pelos produtores entrevistados, também pode ser considerado o controle de plantas tóxicas e suas consequências benéficas para o sistema de produção, com a diminuição de perdas por morte ou atraso, devido a complicações no metabolismo animal. Outro fator apontado por produtor entrevistado, que tem seus animais em áreas de pastagem próximas de vegetação arbórea, foi a diminuição da presença de insetos nas áreas livres de invasoras, controladas por meio do uso do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, o que favorece o bem-estar e a saúde do animal. De acordo com o pesquisador entrevistado, a estrutura fibrosa do capim-annoni causa elevada incidência de inflamações nas gengivas e desgaste nos dentes dos animais que o consomem, sendo, o seu controle, benéfico para o bem-estar do animal sob pastejo e para uma maior vida útil dos animais do rebanho, aspecto que foi também abordado por um adotante entrevistado em 2016. O coeficiente de impacto para o Bem-estar e a saúde animal, conforme dados da Tabela 5.1.5.1, é de 1,45.

### 5.1.6. Qualidade do Produto

As variáveis que compõem tal indicador foram consideradas como não aplicáveis para a tecnologia avaliada. Não obstante, produtores e especialistas identificaram um benefício indireto obtido com o controle seletivo do capim-annoni e de outras invasoras, presentes nas pastagens, proporcionado pelo uso da tecnologia, qual seja, uma melhoria da qualidade da carne, tendo em vista que, com maior disponibilidade de espécies forrageiras, tem-se maior oportunidade para se obter um animal mais jovem ao abate, com melhor qualidade do produto carne.

Produtor entrevistado em 2014 destacou que a Alianza del Pastizal firmou, em 2014, um convênio com a indústria de carne bovina Marfrig Alimentos para fornecimento de animais para abate por parte das propriedades certificadas. A Alianza del Pastizal é uma organização que visa a conservação de aves, principalmente, as migratórias, e das pastagens naturais do Cone-Sul, por meio da criação de gado nessas pastagens. Para obter a certificação, as propriedades devem ter, pelo menos, 50% de conservação de campo nativo ou pastagem natural, o que resulta em um índice, o índice de conservação de pastagens naturais (ICP - Índice de Conservación de Pastizales Naturales, em espanhol). Na propriedade desse produtor, localizada dentro do parque eólico Cerro Chato e considerada uma unidade de demonstração para o controle do capim-annoni, foi realizado, um dia de campo promovido pela Alianza del Pastizal, no qual foram relatadas as práticas de manejo para controle do capim-annoni, as quais incluem o uso da Campo Limpo. Isso proporcionou associar tais práticas à produção pecuária com conservação da vegetação natural (PEREZ et al., 2015).

## 5.2. Índice de impacto ambiental

Média Tipo 1*	Média Tipo 2**	Média Geral
3,30	1,39	2,13

\*Tipo 1- Especialista. \*\* Tipo 2- Adotante: produtor patronal (médio e grande, comercial).

Vários indicadores apresentaram coeficientes de impacto positivos, com alterações bastante favoráveis em termos ambientais. Em relação ao uso de agroquímicos, a aplicação seletiva de herbicida proporcionada pela utilização da máquina Campo Limpo propicia grande diminuição da toxicidade quando comparada com a aplicação não seletiva por pulverização. No que se refere ao uso de energia, a utilização da tecnologia permite grande diminuição do uso de diesel, ao ser comparada à roçadeira mecânica. Em relação ao uso de recursos naturais, ocorre grande diminuição do uso de água para aplicação em comparação com a aplicação por pulverização. Ocorre também melhoria da qualidade do solo proporcionada pela eliminação das espécies indesejáveis com manutenção de espécies desejáveis, evitando-se a formação de áreas descobertas e, com isto, diminuindo a erosão, a perda de matéria orgânica e nutrientes e a compactação dos solos.

Por intermédio do trabalho de campo de 2016, pode-se confirmar os impactos identificados nos anos anteriores em relação à tecnologia. Também foi identificado que um maior conhecimento da tecnologia e sua utilização por parte dos produtores pode favorecer uma maior adoção e um melhor uso da mesma para o controle de plantas indesejáveis em pastagens, bem como a associação desse controle seletivo a demais

práticas, tal como preconizado no Mirapasto, voltadas para a correção e a manutenção da fertilidade do solo, a introdução de espécies forrageiras de inverno e de verão e o controle da oferta de pasto.

O **índice de impacto ambiental** da tecnologia é de 2,13, com grandes benefícios para a recuperação de áreas de pastagens degradadas, cultivadas ou naturais, com preservação do ecossistema pastagem natural, em especial, o ecossistema Campos Sulinos.

### 5.3. Fonte de dados

Os dados foram obtidos por meio de entrevistas com especialistas (o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, responsável pelo desenvolvimento da tecnologia; técnicos ligados à fábrica que produz o aplicador; revendedores do dispositivo) e produtores que compraram e utilizaram a máquina Campo Limpo. Também foram consultadas publicações referentes ao manejo e à produtividade das pastagens naturais das áreas subtropicais brasileiras para obtenção de subsídios necessários à avaliação dos impactos ambientais.

**Tabela 5.3.1.** Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Especialista	Produtor Patronal		Total
			Médio	Grande	
Aceguá	RS			1	1
Bagé	RS	1			1
Cachoeira do Sul	RS	1			1
Campos Novos	SC		1		1
Capão do Leão	RS	1		1	2
Dom Pedrito	RS			2	2
Hulha Negra	RS			1	1
Muitos Capões	RS			1	1
Não-Me-Toque	RS	2			2
Restinga Seca	RS			1	1
Rio Branco	AC	1			1
Rosário do Sul	RS			1	1
Santana do Livramento	RS			1	1
São Gabriel	RS		1		1
Vacaria	RS	1			1
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>18</b>

## 6. AVALIAÇÃO INTEGRADA E COMPARATIVA DOS IMPACTOS GERADOS

Oito anos depois de lançado no mercado, pode-se dizer que o dispositivo *Aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo* se constitui em uma tecnologia que, uma vez introduzida no combate às plantas invasoras que infestam áreas de pastagens naturais ou cultivadas, tem provocado um grande impulso na atividade pecuária, para aqueles produtores que a adotaram, na medida em que torna mais acessível aos animais o potencial nutritivo contido na massa forrageira, reduzindo o período convencional

para obtenção do peso ideal dos animais para comercialização, considerado longo na pecuária extensiva pelos especialistas. Esse impulso se traduziu, no ano de 2016, no incremento da produtividade, do GPV (ganho de peso vivo), de 15,7 kg/ha/ano (média). Em termos monetários isso representa uma média de R\$ 24,50 (ganho unitário, já subtraído o custo de adoção), considerando o rendimento que era obtido com a tecnologia convencional, em comparação com o rendimento superior obtido com a tecnologia Embrapa. O benefício econômico trazido para a região, como impacto desse incremento de produtividade foi da ordem de R\$ 1.923.446,25, levando-se em conta a participação da Embrapa de 45%, já que esta possui uma parceira, a indústria mecânica Grazmec, que produz e comercializa a tecnologia.

Por outro lado, a introdução dessa tecnologia na pecuária pode permitir a redução de custos, a partir do corte de parte dos desembolsos com suplementação alimentar - um dos recursos utilizados pelos produtores para enfrentar os problemas advindos da infestação de suas pastagens por plantas indesejáveis aos animais e melhorar a condição corporal dos seus rebanhos -, além da redução do uso de óleo diesel, já que na tecnologia anteriormente utilizada pelos produtores entrevistados, o trator funcionava com alta rotação para puxar a roçadeira, aumentando o consumo de combustível. Foi visto que, no ano de 2016, foi possível uma contenção de R\$ 13,96 (média por adotante, considerada a área de adoção por cabeça), no gasto com sal mineral e óleo diesel. Os benefícios econômicos decorrentes são da ordem de R\$ 680.550,00. Somados o incremento da produtividade e a redução de custos, os benefícios econômicos representam R\$ 2.603.996,25. Esses resultados apontam para um impacto econômico muito expressivo na atividade pecuária, caso possa ser intensificado o trabalho de transferência de tecnologia realizado pela Embrapa Pecuária Sul, pela Grazmec e pelos revendedores de máquinas e implementos agrícolas.

Embora exista, de acordo com os informantes (inclusive revendedores da tecnologia), boa expectativa de aceitação da Campo Limpo, especialmente por conta do avanço da soja na Metade Sul do Rio Grande do Sul, pois os produtores estão tendo que dar bola para partes do campo que ninguém dava nada por elas, daí eles poderem ampliar a área que pode ser utilizada com a máquina [depoimento de um entrevistado], o número de máquinas vendidas (349 entre 2009 e 2016), indica que não houve um incremento muito significativo de adotantes, embora tenha havido constância na comercialização do equipamento (72 unidades em 2014, e 61, em 2015). Em 2016, foram vendidas 72 máquinas, mostrando que o ritmo de vendas é ainda moderado. Tais informações, coletadas junto ao Departamento de Vendas da Grazmec, permite dizer que o impacto da tecnologia na cadeia produtiva da carne bovina é reduzido, apesar de comentários positivos sobre a utilidade da tecnologia já terem sido localizados em redes sociais (site Agrotalento). Um trabalho de transferência de tecnologia concentrado em revendedores de máquinas e implementos agrícolas do Rio Grande do Sul e de outros estados para onde a máquina tem sido vendida (Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Acre, principalmente) poderia intensificar a demanda pela tecnologia.

No entanto, se são fortemente encorajadores os resultados do impacto econômico, o índice de impacto social da tecnologia tem sido pouco expressivo (1,49, em 2015, e 1,46, em 2016), inferior ao índice alcançado pela tecnologia no ano de 2013 (1,68). A tecnologia apresentou maiores impactos positivos nos indicadores **Capacitação** (5,8), **Segurança alimentar** (4,1), **Renda** (3,8) e **Valor da propriedade** (2,9). Há um incremento da produtividade, em geral reconhecido pelos informantes visitados, que repercute no aumento da renda e na valorização da propriedade. Ao



mesmo tempo, os informantes têm admitido melhorias no processo de terminação dos seus animais, com repercussão na oferta do produto carne bovina e no abastecimento do mercado (indicador **Segurança alimentar**). Quanto à importância atribuída pelos informantes ao indicador **Capacitação**, parece que advém do uso continuado da tecnologia, safra após safra, associado a um manejo mais sistemático dos campos. A regulação do dispositivo Campo Limpo, necessário não apenas em função da variedade de tipos das plantas indesejáveis (algumas oferecendo maior resistência em razão do seu estágio de crescimento e, em alguns casos, maior rigidez do caule e do pendão floral), mas também pelas ondulações do terreno por onde o dispositivo precisa transitar, proporciona um aprendizado que os adotantes tendem a valorizar.

A redução do índice de impacto social de 1,68 para 1,49, entre 2013 e 2014/2015, está diretamente ligada à redução de coeficientes de indicadores do aspecto emprego. Mas a leve redução desse índice para 1,46, em 2016, pode estar ligada ao indicador **condições de comercialização**, já que os adotantes, apesar de virem afirmando em suas entrevistas que têm conseguido preparar seus terneiros em um tempo mais curto, esse avanço na gestão não tem repercutido em alteração positiva nesse indicador, que tem permanecido inalterado. Em relatórios de impacto anteriores dessa tecnologia, fora dito que as possibilidades de incremento do índice de impacto social no futuro dependeriam de um maior ímpeto no aumento dos coeficientes dos indicadores **Geração de renda no estabelecimento** e do indicador **Condição de comercialização**, exatamente por conta dos potenciais contidos na tecnologia capazes de exercer efeito nesses indicadores a curto prazo. Até o presente (e isto envolve o curto prazo), esse incremento não se confirmou.

Por último, parece que as expectativas de geração de empregos a partir do uso dessa tecnologia no estabelecimento ou na escala do seu entorno são muito reduzidas. O próprio perfil dos adotantes da tecnologia, conforme já foi comentado neste relatório, que associa a pecuária com a agricultura, indica que o manejo do dispositivo para aplicação seletiva do herbicida se dá através de um funcionário que normalmente opera o trator nas atividades da lavoura existente na propriedade. De um modo geral, a equipe de avaliação de impactos da Embrapa Pecuária Sul não encontrou entre os entrevistados do tipo produtores qualquer que tenha contratado algum trabalhador (mesmo temporário) em função da adoção da máquina. Além disso, entrevistas realizadas com informantes da Grazmec não acenaram para a criação, até o momento, de qualquer posto de trabalho.

Já a avaliação dos impactos ambientais trouxe um resultado positivo mais expressivo (2,13 de índice), quando comparado ao índice de impacto social. A tecnologia mostra-se inovadora e mais eficiente em termos não apenas econômicos, mas também para a qualidade do meio ambiente, quando comparada às formas tradicionais mais utilizadas de controle das plantas invasoras (roçada e pulverização), podendo trazer grandes benefícios para a recuperação de áreas de pastagens degradadas, naturais ou cultivadas, principalmente, através da conservação do ecossistema pastagem natural, tão importante para a produção pecuária com base alimentar a pasto.

Nesse sentido, foi visto, em primeiro lugar, que a tecnologia está sendo utilizada também no Norte do país para recuperação de áreas degradadas, um trabalho de parceria da Embrapa Acre com a Embrapa Pecuária Sul, no âmbito do Arranjo Repasto ó Recuperação de Pastagens Degradadas na Amazônia. Nos relatórios anteriores, havia sido descrito que o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo estaria sendo incluído

em um plano de recuperação de áreas degradadas no Acre, a partir de um projeto encaminhado pela Embrapa Acre, que pretendia testar o dispositivo nas condições ambientais próprias da região. Atualmente, dois projetos envolvendo a aplicação seletiva de herbicidas para controle de gramíneas indesejáveis em pastagens, com a utilização da Campo Limpo (versão tratorizada) e da enxada química (versão manual), encontram-se em execução, vinculados ao Arranjo Repasto, a saber: **Técnicas de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia** (02.13.03.001.00.00), liderado pelo pesquisador da Embrapa Acre, Carlos Maurício Soares de Andrade, e **Rede de pesquisa em capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees): ampliação do conhecimento e controle** (02.12.01.012.00.00), liderado pelo pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Naylor Bastiani Perez.

Por outro lado, foi obtida confirmação de que a iniciativa privada, através de uma revendedora de máquinas e implementos agrícolas, está comercializando a tecnologia na capital Rio Branco. Dados obtidos com um informante ligado a essa revendedora, sinalizam que a tecnologia tem se mostrado eficaz no controle do capim-navalha, principal gramínea indesejável nas pastagens do Acre, com ampla ocorrência e capacidade de multiplicação, sendo de difícil controle por métodos convencionais. Igualmente tem se mostrado importante para o controle de outra gramínea indesejável na mesma região, o capim-capeta.

Em segundo lugar, parece importante destacar a ação coordenada pela Embrapa Pecuária Sul, lançada em 2015, denominada MIRAPASTO, que propõe a utilização de recomendações de manejo de pastagens de forma conjunta, planejada e contínua, procurando interação e sinergia entre as práticas recomendadas, um resultado mais efetivo na recuperação de pastagens degradadas. O controle químico de plantas indesejáveis, através da máquina Campo Limpo, foi incluído no MIRAPASTO como um tipo de prática eficaz, evidentemente que quando associada a outras práticas recomendadas (correção e manutenção da fertilidade do solo, introdução de espécies forrageiras de inverno e de verão e o controle da oferta de pasto). Essa ação pode ser encarada como um importante meio para a transferência da tecnologia.

É digno de nota igualmente o fato de que a tecnologia Embrapa se mostrou mais eficiente que as tecnologias que com ela concorrem tanto na economia do uso de energia quanto no de água. Desse modo, os coeficientes positivos obtidos nos indicadores uso de agroquímicos, uso de recursos naturais, conservação da atmosfera e da biodiversidade, além do indicador qualidade do solo garantiram um índice de impacto ambiental (2,13) mais expressivo que o índice de impacto social (1,46).

## 7. CUSTOS DA TECNOLOGIA

### 7.1. Estimativa dos custos

**Tabela 7.1.1.** Estimativa dos custos (R\$)

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2005	19.003,00	3.550,00	479,25	604,39	0,00	23.636,64
2006	19.003,00	2.730,00	368,55	464,78	0,00	22.566,33
2007	26.528,00	3.390,00	457,65	652,15	500,00	31.527,80

2008	31.339,00	7.515,00	1.014,52	1.654,43	2.500,00	44.022,95
2009	17.746,00	6.060,00	1.065,25	2.268,78	8.000,00	35.140,03
2010	25.343,50	2.981,59	1.469,62	2.422,54	5.052,60	37.269,85
2011	12.671,75	2.683,43	912,89	402,51	3.000,00	19.670,58
2012	11.974,80	2.173,58	996,65	724,52	2.000,00	17.869,55
2013	10.777,32	2.608,30	1.494,82	2.791,24	16.000,00	33.671,68
2014	9.699,59	2.738,71	1.831,55	2.935,54	11.000,00	28.205,39
2015	7.759,68	2.327,91	2.197,86	2.478,86	12.000,00	26.764,31
2016	5.104,55	2.117,39	3.215,49	2.297,59	6.000,00	18.735,02

## 7.2. Análise dos custos

É possível observar, na Tabela 7.1.1, a composição anual dos custos entre 2005 e 2016. Trata-se de desembolsos já realizados. Entre 2005 e 2006, os custos são referentes a investimentos com recursos próprios do pesquisador, no período anterior ao seu ingresso na Embrapa. A partir de 2007, o protótipo do dispositivo passa a ser aprimorado na Embrapa, passando por uma série de testes nos campos experimentais da Unidade da Embrapa Pecuária Sul. A participação da Embrapa é de 45% do custo total, pois existe uma parceria com a indústria Grazmec, que passa a produzir e comercializar a máquina Campo Limpo. É uma tecnologia de custo relativamente pouco elevado, no qual os gastos com o trabalho já representaram 71% e, o custeio, 13,5%. A partir de 2011, começa a haver uma redução do custo com pessoal, embora ainda exista um envolvimento do pesquisador no processo de aprimoramento e transferência da tecnologia, o primeiro realizado pela indústria mecânica Grazmec, localizada no município de Não-Me-Toque (RS), no sentido de corrigir quaisquer problemas ocorridos durante o seu funcionamento. Em 2016, os gastos com pessoal representaram 27,2% do custo total da tecnologia, um pouco abaixo do percentual verificado, em 2014 (34,3%), e do percentual indicado no relatório de impacto de 2015 (29%) para essa mesma rubrica. O custeio representou 11,3% do custo total, em 2016, um pouco superior ao percentual verificado para o custeio em 2015 (8,7%). As despesas com transferência de tecnologia, que haviam representado 39% do custo total, em 2014, se elevando para 44,8% do custo total, em 2015, são reduzidas para 32% do custo total, em 2016. Não se pode desconsiderar aqui as restrições orçamentárias ocorridas nas diferentes áreas do governo federal, que afetaram a execução de políticas públicas, de um modo geral, no ano de 2016.

## 8. AÇÕES SOCIAIS

**Tabela 8.1.** Ações sociais

Tipo de ação	
	Ações de filantropia
	Agricultura familiar
	Apoio Comunitário
	Comunidades Indígenas
	Educação e formação profissional externa
	Educação e formação profissional interna
	Meio ambiente e educação ambiental

	Participação no Fome Zero
	Reforma Agrária
	Saúde, segurança e medicina do trabalho
X	Segurança Alimentar

A tecnologia pode ser considerada uma ação da Embrapa no sentido de garantir a segurança alimentar por duas razões: os produtores que a adotarem vão estar contribuindo com o aumento da disponibilidade de alimentos no mercado (abastecimento de carne bovina) e, além disso, vai ser possível oferecer um produto com melhor qualidade, na medida em que se reduz o período convencional para alcançar o peso ideal dos bovinos para comercialização, sendo a carne de novilhos jovens de melhor qualidade, conforme assegurou em entrevista o pesquisador que gerou a tecnologia. No entanto, é preciso não perder de vista que o conceito de segurança alimentar é mais abrangente, pois envolve direito humano à alimentação adequada e soberania alimentar (MALUF, 2007). É esta, inclusive, a perspectiva do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA).

## 9. REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. M. S. de; FONTES, J. R. A. **Biologia e manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens**. In: MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO TROPICAL, 1.: 2015, Sinop, MT. Fernanda Satie Ikeda; Miriam Hiroko Inoue. Editoras Técnicas. Embrapa Brasília, DF 2015. p. 71-102.

BRÜNING, G. **Efeito da suplementação mineral e protéica no desempenho de novilhas em pastagem nativa invadida por capim-annoni-2**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CAPIM-ANNONI: meio século de invasão. **Revista do Produtor**, Bagé, ano 2, n. 3, p. 10-15, jul. 2008.

CAPIM-NAVALHA ameaça pecuária na Amazônia. [Manaus]: Amazon Sat, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0Gjzocfrsc&t=187s>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

DIAGNÓSTICO de sistemas de produção de bovinocultura de corte no Estado do Rio Grande do Sul: relatório. Porto Alegre: IEPE; SEBRAE-RS; SENAR; FARSUL, 2005. 265 p.

GONÇALVES, D. **Tecnologias seletivas controlam capim-navalha sem causar danos às pastagens**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18863512/tecnologias-seletivas-controlam-capim-navalha-sem-causar-danos-as-pastagens>>. Acesso em: 8 mar. 2017.

MALUF, R. S. J. **Segurança alimentar e nutricional**. Petrópolis: Vozes, 2007. 174 p.  
MARASCHIN, G. E. Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da região sul do Brasil. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. da Ulbra, 1998. p. 29-39.

MEDEIROS, R. B.; PILLAR, V. P.; REIS, J. C. L. Expansão de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni-2) no Rio Grande do Sul e indicativos de controle. In: REUNION DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONO SUR EN MEJORAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORRAGEROS DEL ÁREA TROPICAL Y SUBTROPICAL ó GRUPO CAMPOS, 20., 2004, Salto. **Memorias...** Salto: UDELAR-Regional Norte: INIA, 2004. p. 211-212.

MÉTODO integrado de recuperação de pastagens: Mirapasto. Dia de Campo na TV. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://youtube/7fx3gK0M1kk>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

- NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. [Anais]... Canoas: Ed. ULBRA, 2006. p. 25-75. Organização Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Direção Gilmar Bettio Marodin.
- NUNES, C. L. R.; LUCAS, M.; LEITÃO, F. da L.; PEREZ, N. B.; TRENTIN, G. Sobressemeadura de azevém (*Lolium multiflorum* L.) em campo nativo após controle de *Eragrostis plana* Ness em pós-florescimento com a máquina Campo Limpo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21.; MOSTRA CIENTÍFICA, 4., 2012, Pelotas. Anais... Pelotas: UF Pelotas, 2012. 4 p.
- PECUÁRIA de corte: custos. ANUALPEC 2016: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, FNP, 2016. p. 145-184.
- PEREZ, N. B.; ALBA, J. M. F.; SHILICK, F.; GARAGORRY, F. C.; MARQUES, J. B. B.; PEREZ, L.; NUNES, C. L. R.; CICONET, N. **Programa de controle do capim-annoni no Parque Eólico Cerro Chato: diagnóstico e proposições.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. 23 p. (Embrapa Pecuária Sul, Documento Técnico, 146).
- PEREZ, N. B. **Campo limpo: controle de plantas indesejáveis em pastagens.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010a. 10 p.
- PEREZ, N. B. **Controle de plantas indesejáveis em pastagens: uso da tecnologia campo limpo.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010b. 7 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 72).
- PEREZ, N. B. **Método integrado de recuperação de pastagens Mirapasto: foco capim-annoni.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. 23 p. il.
- PEREZ, N. B. **Resultados experimentais do aplicador seletivo de herbicida desenvolvido e patentado pela Embrapa Pecuária Sul.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. 2 p. Digitado.
- PEREZ, N. B.; SILVEIRA, M. C. T. da. **Recuperação e melhoramento de pastagens na a região Sul do Brasil.** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Pecuária, [2015]. 16 p. Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono - Plano ABC no Estado do Rio Grande do Sul.
- SANTOS, J. L. S. dos; BEM E CANTO, V. M. A. de. **Relatório de avaliação de impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo: ano base 2012.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2013. 30 p. Disponível em: <[http://bs.sede.embrapa.br/2012/relatorios/pecuariasul\\_2012\\_campolimpo.pdf](http://bs.sede.embrapa.br/2012/relatorios/pecuariasul_2012_campolimpo.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2015.
- SANTOS, J. L. S. dos; BEM E CANTO, V. M. A. de. **Relatório de avaliação de impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo: ano base 2013.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2014. 29 p. Disponível em: <[http://bs.sede.embrapa.br/2013/relatorios/pecuariasul\\_2013\\_campolimpo.pdf](http://bs.sede.embrapa.br/2013/relatorios/pecuariasul_2013_campolimpo.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2015.
- SOUZA, C.G.; RIBEIRO, L. da S.; MUNHÓS, E. S. L.; PEREZ, N. B.; SISTI, R. N. Comparação entre o ganho médio diário de peso em bovinos em pastagem nativa infestada por capimannoni e em pastagem em processo de recuperação. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL, 4., 2014. Bagé-RS. **Resumos dos Trabalhos...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2014. p. 10.

## 10. LITERATURA RECOMENDADA

- AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. de C. M. T.; ÁVILA, A. F. D. (Ed.). **Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa**: uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa-Secretaria de Gestão e Estratégia, 2006. 243 p. (Embrapa-Secretaria de Gestão e Estratégia. Documentos, 13).

MUTSAERS, H. J. W.; WEBER, G. K.; WALKER, P.; FISHER, N. M. **A field guide for on-farm experimentation**. The Hague: ISNAR, 1997. 235 p.

## 11. EQUIPE RESPONSÁVEL

Nome/Matrícula	Função	Correio eletrônico
Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos (331364)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líder, impactos econômicos e sociais, custos operacionais/ participação da Embrapa, impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucional.</li> <li>• Entrevistas e observação direta nos estabelecimentos rurais</li> </ul>	Jorge.Santanna@embrapa.br
<hr/>		
Colaboradores		
Graciela Oliveira (317852)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalização bibliográfica</li> </ul>	Graciela.Oliveira@embrapa.br
Henrique Garcia Perônio (314060)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos de mão-de-obra/ participação da Embrapa</li> </ul>	Henrique.Peronio@embrapa.br