

# Aplicações de ferramentas de avaliação de impacto socioeconômico e ambiental para agricultura de precisão

Luciano Gebler\*<sup>1</sup>, Cinthia Cabral da Costa<sup>2</sup>, Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos<sup>3</sup>, Viviane M. de A. de Bem e Canto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, EFCT, BR 285, km 115, Vacaria, RS, CEP 95200-000

<sup>2</sup>Pesquisadora, Embrapa Instrumentação

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Pecuária Sul

\*E-mail: luciano.gebler@embrapa.br

**Resumo:** Foram avaliadas ferramentas para aplicação da avaliação de impacto socioeconômico e ambiental para o macroprograma 1 de agricultura de precisão. Duas em particular chamaram a atenção pelo potencial de resposta e foram detalhadas nesse trabalho como exemplos: a Matriz Insumo Produto, representando ferramentas de avaliação inovadoras a serem aplicadas na avaliação da AP e a avaliação tradicional pela Embrapa através do modelo Ambitec. Uma vez que a maioria das tecnologias propostas nesse projeto ainda não estão em fase finalística, optou-se por aplicar o modelo Ambitec nas tecnologias que atingiram a fase de uso pelo produtor e selecionou-se uma, o aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sul. O equipamento apresentou um baixo valor na avaliação do Ambitec Social, responsável pela dimensão social, principalmente devido ao baixo impacto econômico, mas um valor significativo em relação ao Ambitec agro, que avalia a dimensão ambiental. Isso pode indicar uma tecnologia que será plenamente aplicada à medida que demandas de ordem ambiental tornem a atividade agrícola mais restrita do que o momento atual.

**Palavras-chave:** ambitec, matriz insumo produto

## *Applications of assessment tools socioeconomic and environmental impact for precision agriculture*

**Abstract:** Was evaluated the application of tools for assessment of socioeconomic and environmental impact for macroprograma 1 Precision Agriculture. Two, in particular, was caught the attention of the potential response and were detailed in this paper as examples: Input Output Matrix, representing innovative assessment tools to be applied in the evaluation of AP and traditional evaluation model by Embrapa, through Ambitec. Since most of the technologies proposed in this project are not being purposive, it was decided to apply the model Ambitec to technologies that have reached the stage of use by the producer and was selected one, selective herbicide applicator Campo Limpo, developed by Embrapa South Cattle. The equipment exhibited a low value in assessing the Ambitec social, responsible for the social dimension, mainly due to the low economic impact, but significant value in relation to Ambitec agro, that evaluates the environmental dimension. This may indicate a technology that will be fully implemented as of environmental demands to make farming more restricted than the present moment.

**Keywords:** ambitec, input output matrix

## 1. Introdução

Nos dias de hoje, o setor agrícola brasileiro tem recebido atenção especial em relação às questões ambientais, (ANDRADE, 2012), sendo que a AIA se apresenta como uma metodologia que permite avaliar se determinada atividade, que sofre ação direta ou indireta do homem, causa impacto socioeconômico e ambiental.

Cada vez mais essa metodologia vem sendo demandada para justificar as ações ou investimentos em determinada atividade ou estratégia a ser adotada. Assim, avaliar corretamente os impactos, seja positivos ou negativos, que uma nova tecnologia pode proporcionar, significa aumentar as chances de uso da mesma em comparação com outras, quando ela apresenta maior valor de impactos positivos ou menores de negativos. Para isso, é importante que a avaliação se afaste da subjetividade inerente a esses processos, tanto quanto possível.

Uma das formas encontradas para isso foi a criação de sistemas de valoração numérica quantitativa, capaz de produzir indicadores resumidos comparáveis com padrões de qualidade a serem alcançados Gebler (2012). O padrão mais simples seria aquele que comprova que uma nova tecnologia apresenta qualificações melhores que outra anterior, bastando usar a comparação direta. Ainda assim, é necessário se averiguar um valor ou grau de vantagem, que permita o usuário determinar se trocará de tecnologia ou não.

Um dos sistemas de AIA que aplica esse princípio é o sistema AMBITEC (MONTEIRO; RODRIGUES, 2006), pois devido à falta de séries temporais de dados que permitam a construção de cenários mais detalhados e complexos, o conhecimento apresentado pelo cliente entre o velho e o novo já proporciona a base de avaliação mínima para determinação da escolha. Além desse método de sucesso, vem sendo testadas outras ferramentas que também buscam responder esses questionamentos, sendo que, nesse caso, o campo da socioeconômica isolada tem avançado mais que a área ambiental.

Uma das razões é a relativa facilidade na obtenção de indicadores resumido, que em número relativamente resumido permitam uma série de conclusões sobre o tema em análise. Uma solução

para esses casos é a aplicação da ferramenta Matriz de Insumo Produto (MIP).

O objetivo desse trabalho foi buscar ferramentas e aplicá-las sobre pelo menos uma técnica desenvolvida ao longo do projeto MP1 de agricultura de precisão.

## 2. Material e Métodos

O métodos escolhidos para serem apresentados nesse capítulo foram a Matriz de Insumo Produto, representando uma ferramenta inovadora a ser aplicado em técnicas que ainda não chegaram à condição de mercado e o sistema de uso consagrado pela Embrapa, o Ambitec, tanto o Ambitec Social, para a análise socioeconômica, como o Ambitec Agro, responsável pela dimensão ambiental, aplicado em uma análise de uma tecnologia já em uso pelo produtor.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Caso 1: Impactos sócio-econômicos mensurados pela matriz insumo produto

A principal motivação para a aplicação do método de análise utilizando a MIP está relacionada a se obter os efeitos de transbordamento das tecnologias, ou seja, identificam-se os impactos nos diferentes agentes econômicos: produtor, consumidor, governo e o setor externo. Além disto, é importante entender que este é um método complementar a outros que identificam os efeitos primários da ação. Portanto, não é um método excludente. E, em geral, é utilizado como uma última etapa na avaliação de impacto, justamente para se conhecer os efeitos de transbordamento de uma ação. Entretanto, isto não significa também que este método sempre poderá ser aplicado para obtenção deste resultado.

A matriz insumo-produto, cujos primeiros trabalhos de organização foram realizados por Wassily Leontief, tem como objetivo o levantamento mais detalhado possível das informações econômicas de um país. Sob influência do trabalho de Quesnay, Leontief procurou uma forma de estruturar as relações produtivas da economia. O desenvolvimento

destas ideias culminou no desenvolvimento da Matriz de insumo-produto, que é esquematizada na Tabela 1.

Uma matriz de insumo-produto (MIP) dá uma visão geral do comportamento do comércio na economia nacional. Ela descreve os fluxos de bens e serviços de uma economia em termos financeiros. Esses fluxos são representativos de um período de tempo particular, usualmente um ano. Para entendê-la, a partir da linha do Setor 1, tem-se o quanto este setor vendeu para os demais setores (n) da economia ( $CI_{1n}$ ). Por isto estes valores são denominados como consumo intermediário. Depois tem-se o valor da sua venda para a demanda final ( $Y_1$ ). A demanda final é composta pelo consumo das famílias e do governo, pelos investimentos e variações no valor dos estoques e pelas exportações. Todas as vendas são descritas em termos de valor monetário (preço multiplicado pela quantidade) da moeda do país e, a soma da linha de cada setor, indica o seu valor de produção ( $X_1$ ). Ou seja, o valor de tudo que foi produzido por aquele setor.

Mas é possível visualizar os fluxos da MIP a partir das compras. Para isso, considera-se os valores descritos nas colunas. A coluna que apresenta o Setor 1 mostra: o quanto o setor 1 comprou dos demais setores da economia ( $CI_{n1}$ ); o quanto é importado de insumo para este setor ( $M_1$ ) e o quanto é adicionado de valor sobre estes

insumos ( $PIB_1$ ). Tal adição de valor refere-se a salários, remuneração de capital, juros e aluguéis. Somando ainda o valor dos tributos ( $T_1$ ) tem-se então o valor da produção deste setor ( $X_1$ ).

A partir da estrutura descrita na Tabela 1, que representa o funcionamento da economia, pode-se aplicar mudanças na mesma, provocadas por diferentes tipos de choques, e verificar seus impactos sobre: número de empregos; valor das importações; do PIB e de variáveis formadoras do PIB, como a remuneração e o lucro.

No caso da agricultura de precisão, tem-se não apenas uma, mas um conjunto de tecnologias, que têm como foco um mesmo objetivo, que é a redução no desperdício de insumos agrícolas. Esta redução pode afetar: contaminação do meio ambiente, redução no consumo de insumos e, ou, aumento da produtividade. Neste caso, apesar de já existirem tecnologias que são aplicadas na agricultura, as mesmas são ainda pouco utilizadas no país e seus efeitos, principalmente para as condições brasileiras, ainda carecem ser melhor avaliados, como descrito por Costa e Guilhoto (2012). Neste estudo, os autores analisaram as potenciais culturas e o percentual das mesmas onde as técnicas de agricultura de precisão seriam efetivas. Foram elaborados vários cenários pelos autores, entretanto, considerando os resultados obtidos para uma redução de 10% no consumo de fertilizantes e aumento de 10%

**Tabela 1.** Esquema de organização das informações contidas na matriz insumo-produto de uma economia composta por três setores. Fonte: elaboração do autor.

Origem da produção	Destino da produção					
	Consumo Intermediário (CI)			Demanda Final (Y)	Valor Bruto da Produção (X)	
	Setor 1	Setor 2	Setor 3			
Setor 1	$CI_{11}$	$CI_{12}$	$CI_{13}$	$Y_1$	$X_1$	
Setor 2	$CI_{21}$	$CI_{22}$	$CI_{23}$	$Y_2$	$X_2$	
Setor 3	$CI_{31}$	$CI_{32}$	$CI_{33}$	$Y_3$	$X_3$	
Importações (M)	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_V$		
Valor Adicionado (PIB)	$PIB_1$	$PIB_2$	$PIB_3$			
Tributos (T)	$T_1$	$T_2$	$T_3$			
Valor Bruto da Produção (X)	$X_1$	$X_2$	$X_3$			
Emprego (E)	$E_1$	$E_2$	$E_3$			

na sua produtividade obteve-se um efeito de transbordamento na economia que geraria cerca de: R\$ 11 bilhões em Produto Interno Bruto (PIB) e 450 mil empregos.

Neste caso, o uso da MIP para análise dos impactos é uma informação adicional para estimular, ou não, os gestores na adoção de políticas públicas para incentivar as práticas. Entretanto, apesar dos choques descritos no trabalho de Costa e Guilhoto (2012) apresentarem algumas especificidades relativas ao uso da agricultura de precisão, tem-se que outras ações podem originar impactos semelhantes como, por exemplo, o melhoramento genético das culturas que resultem em aumento de produtividade e, ou, redução no uso de insumos.

Resumindo, o objetivo final da aplicação da metodologia descrita é, a partir da ação que gere um determinado choque em agentes econômicos, identificar e modelar o mesmo na MIP. Com isso, obtêm-se ao final, resultados que consideram os efeitos de transbordamento na sociedade.

### 3.2. Caso 2: Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo - Embrapa Pecuária Sul

O controle químico de plantas invasoras em pastagens torna-se problemático pela ausência de produtos que nelas atuem e, ao mesmo tempo, não tragam dano às espécies forrageiras. O aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo, desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sul, 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, por meio de aplicadores umedecidos que entram em contato direto com a planta indesejável, atendem os requisitos de racionalização do uso de insumos e diminuição do risco ambiental buscados pela Agricultura de Precisão.

A deposição do herbicida ocorre sem a necessidade de pulverização, aumentando a segurança da aplicação, ao evitar riscos de deriva do produto para áreas indevidas e inalação do agroquímico pelo operador. A máquina 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. Dependendo do tamanho e de algumas adaptações no equipamento, o implemento pode ser traçado 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 herbicida é armazenada em um tanque plástico, sendo seu volume facilmente aferido pelo operador. A disposição dos aplicadores umedecidos permite um ataque à vegetação ligeiramente transversal em relação ao deslocamento da máquina, o que aumenta a eficiência da aplicação.

Pode ser recomendado para utilização como tecnologia de controle de plantas invasoras em estabelecimentos de pecuária associada ao manejo das pastagens nativas, como forma de recuperação de áreas infestadas. Em situações de infestação superiores a 60% da área das pastagens, a Campo Limpo não é uma tecnologia da qual o produtor possa lançar mão como recurso exclusivo. Para a obtenção de resultados satisfatórios, a recuperação das áreas com alto grau de infestação deve ser feita por intermédio da interação com diferentes tecnologias, tais como introdução de espécies forrageiras nativas perenes, integração lavoura-pecuária, ajuste de carga animal.

A avaliação dos impactos do aplicador seletivo de herbicida Campo Limpo baseou-se em entrevistas com: seis produtores adotantes da tecnologia e visitas às suas unidades de produção, localizadas em seis diferentes municípios dos estados do Rio Grande do Sul (Bom Jesus, Candiota, Hulha Negra, Muitos Capões e Rosário do Sul) e Santa Catarina (Campos Novos); o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul responsável pela execução do projeto, para a caracterização do objeto da avaliação; um revendedor de máquinas e implementos agrícolas no município de Vacaria, no norte do estado do Rio Grande do Sul, em função da demonstração do funcionamento da tecnologia realizada em algumas fazendas da região; o proprietário da Metalúrgica Grazmec, localizada no município de Não-Me-Toque (RS), parceira da Embrapa Pecuária Sul na produção comercial da tecnologia, o engenheiro mecânico responsável pelo desenvolvimento do projeto industrial do protótipo apresentado pelo pesquisador e dois funcionários do setor de vendas da empresa. O perfil do adotante da tecnologia é de um produtor

que combina pecuária com agricultura (em geral, soja e arroz), com estabelecimento, identificado como uma empresa rural, de 1.000 hectares de área média, embora a tecnologia tenha sido utilizada somente em parte da área de pastagens, com intuito de testar a sua eficiência.

Lançado em 2008 na Exposição Internacional de Animais, Máquinas, Implementos e Produtos Agropecuários (Expointer), no município de Esteio/RS, e distribuído comercialmente, a partir de 2009, pode-se dizer que o 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. Esse impulso se traduz no incremento da produtividade, medido pelo ganho de peso vivo de 14 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no ano de 2012. Em termos monetários, isso representa R\$ 33,12 (ganho unitário, já subtraído o custo de adoção), considerando o rendimento que era obtido com a tecnologia convencional (as entrevistas indicaram ter sido, via de regra, a roçadeira), 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\$ 745.000,00, levando-se em conta a participação da Embrapa de 45%, já que esta possui uma parceira, a indústria mecânica Grazmec, que tem realizado um esforço importante de aprimoramento da tecnologia junto aos usuários.

A introdução dessa tecnologia na pecuária pode permitir, ainda, redução de custos. Por um lado, 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. Por outro lado, pela 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 2012, houve uma contenção de R\$ 17,08 no gasto com sal mineral e óleo diesel.

Considerados esses dois tipos de impactos, os benefícios econômicos estimados são da ordem de R\$ 891.110,00 para o ano de 2012, perfazendo uma média de R\$ 7.072,30 por produtor. 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. Constatou-se, durante o trabalho de campo, que estes últimos têm assumido um papel crucial de levar ao conhecimento dos produtores essa inovação da Embrapa, através da programação de dias de campo e demonstração do uso da tecnologia em fazendas localizadas em diferentes microrregiões do estado do Rio Grande do Sul. Um trabalho de transferência de tecnologia concentrado em revendedores de outros estados poderia intensificar a demanda pela tecnologia.

No entanto, se são fortemente encorajadores os resultados do impacto econômico, o índice de impacto social da tecnologia, obtido com a metodologia Ambitec-Social, é pouco expressivo (1,68), embora levemente ascendente, quando comparado ao índice de impacto social do ano de 2011 (1,23). Em 2012, a tecnologia apresentou maiores impactos nos aspectos emprego e renda, mas os entrevistados apontaram para alterações pouco expressivas nos indicadores dos aspectos saúde e gestão/administração, sendo que cinco desses indicadores permaneceram inalterados, dificultando a obtenção de um índice de impacto social mais substantivo. No aspecto renda, caberia um destaque para o indicador “Valor da propriedade” (coeficiente de 4,3). Um produtor entrevistado chegou a quantificar esse impacto a partir da sua experiência. Segundo ele, com os campos “sujos” pelas invasoras, o preço da terra gira em torno de R\$ 5.600 o hectare, na sua região. Com os campos “limpos” pela tecnologia, pode-se obter 9 ou 10 mil reais pelo hectare. Quanto ao aspecto emprego, os informantes reconheceram a possibilidade de criação de empregos permanentes, portanto, de maior qualidade, indicando o impacto como positivo (coeficiente de 0,45), porém, modesto.

Já a avaliação dos impactos ambientais, realizada com a metodologia Ambitec-Agro, trouxe um resultado positivo mais expressivo (índice de impacto ambiental = 2,35), quando comparado ao índice de impacto social. Foi visto que 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). Em termos de eficiência tecnológica, foram identificados impactos bastante favoráveis: redução da toxicidade e do uso de agroquímicos (coeficiente de 3,25), bem como redução do uso de recursos naturais (coeficiente de 2,5), principalmente, de água, em comparação com a pulverização, além de redução do uso de energia (coeficiente de 2,0), basicamente, de diesel, em comparação com a roçadeira mecânica.

Em relação à conservação ambiental, produtores e especialistas identificaram diminuição da erosão, bem como da compactação do solo, com melhorias na estrutura física e química do solo, como consequência da conservação das espécies forrageiras desejáveis, proporcionada pelo uso da tecnologia (coeficiente para qualidade do solo de 3,75). A manutenção das espécies desejáveis reduz a formação de áreas de solos descobertas, as quais são bastante suscetíveis à erosão, à perda de matéria orgânica e de nutrientes e compactação e, conseqüentemente, a degradação física e química dos solos. Da mesma forma, a biodiversidade torna-se bastante favorecida pelo uso da tecnologia (coeficiente de 2,4), em razão da diminuição da perda da vegetação natural, identificada tanto por produtores quanto por especialistas. Devido à permanência das forrageiras nas áreas controladas, pela forma seletiva de aplicação, diminui-se a perda da diversidade florística das pastagens naturais. Para a qualidade da atmosfera (coeficiente de 1,6), foram identificados benefícios relacionados à diminuição de material particulado lançado na atmosfera, em função da aplicação ser realizada por contato e não por pulverização, com diminuição da deriva característica das aplicações pulverizadas, com melhoria da segurança relacionada a intoxicações por inalação do operador. Em comparação com a roçadeira mecânica, há diminuição de fumaça e ruídos no ambiente, visto que, enquanto a roçadeira exige que o trator trabalhe em alta rotação, com o aplicador, o motor do trator trabalha em baixa rotação.

Em termos de recuperação ambiental (coeficiente de 1,4), podem ocorrer grandes benefícios para a recuperação de áreas de pastagens degradadas, naturais ou cultivadas, tanto pelo controle das plantas indesejáveis, quanto pela

manutenção das plantas desejáveis ou forrageiras. Os benefícios são bastante importantes quando se considera o ecossistema pastagem natural, pois a sua conservação é primordial para a produção pecuária com base alimentar a pasto, como ocorre com a atividade pecuária da Região Sul do Brasil.

#### 4. Conclusões

Devido ao grande número de tecnologias trabalhadas nesse projeto ainda não atingirem a fase finalística, há dificuldades de valorar corretamente os impactos sócio-econômicos ambientais que as mesmas alcançarão, mantendo-se ainda como exercício teórico de uma avaliação ex-ante;

Devido a diversidade de tecnologias, processos e culturas envolvidas no projeto, serão necessários mais que um conjunto de ferramentas para se avaliar corretamente todo o conjunto de atividades existentes nesse projeto;

Para tecnologias já lançadas ao produtor, ainda em pequeno número, como o exemplo aqui avaliado, os impactos tem se mostrado positivos, sugerindo que a agricultura de precisão tem potencial para estender seus efeitos muito além da resposta esperada em produtividade das culturas.

#### Referências

- ANDRADE, T. N. Avaliação de impactos ambientais redefinindo a inovação tecnológica. *Política & Sociedade*, v. 11, p. 75-97, 2012.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. Impactos potenciais da agricultura de precisão sobre a economia brasileira. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 10, n. 2, p. 117-204, 2012.
- GEBLER, L. Avaliação de impactos ambientais e o uso do AMBITEC na rede AP: uma proposta de aplicação. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, Á. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Org.). *Agricultura de precisão: um novo olhar*. São Carlos, 2011, p. 319-322. v. 1.
- MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for social-environmental assessment and eco-certification in agriculture-AMBITEC-Agro. *Journal of Technology, Management & Innovation*, v. 1, p. 47-59, 2006.