

Capítulo 14

Impactos socioeconômicos mensurados pela matriz de insumo-produto

Cinthia Cabral da Costa, Joaquim José Martins Guilhoto

1. Introdução

As metodologias utilizadas atualmente para a avaliação de impactos podem ser divididas em vários segmentos, sendo os principais: econômico, social e ambiental (considerados como o tripé da sustentabilidade). Entretanto, têm-se diferentes processos metodológicos que podem ser utilizados para tais avaliações e, apesar disso, não há consenso sobre qual a melhor maneira de mensurar tais impactos. Até mesmo porque pode não haver uma única melhor maneira de avaliá-los, pois diferentes facetas podem ser mostradas por diferentes métodos, e nem todas podem ser visualizadas por um único método. Além disso, as avaliações de impacto podem ser realizadas para vários choques (que são alterações na realidade), como por exemplo: alterações tecnológicas; mudanças em políticas; variações em demanda para diferentes produtos e originadas por fatores diversos; restrições futuras à expansão na produção; estimativas de mudanças nas condições sociais, econômicas ou ambientais.

No Seminário Internacional Fronteiras de Avaliação¹, alguns pontos foram levantados como desafios para se avançar nas metodologias de avaliação de impactos. Alguns deles são: (i) em que momento a avaliação de impactos deve ser realizada? *Ex post* ou *ex ante*? Ou ambas?; (ii) as análises devem ser feitas em curto ou longo prazo?; (iii) devem ser estimados os impactos potenciais ou o impacto efetivo?; (iv) o impacto deve ser mensurado em quais agentes econômicos?

¹ Informações levantadas pelos autores no evento realizado em 2010, na cidade de Campinas, SP.

Produtor? Consumidor? Governo? Todos?; (v) como mensurar o efeito transbordamento na avaliação de impactos?; (vi) em uma avaliação *ex post* o objetivo é saber se o projeto foi bem executado ou o impacto dos resultados do projeto? A falta de definição e conscientização destas questões nos objetivos pode levar a uma análise errônea do que se está realmente avaliando.

Este capítulo procurou, a partir dos principais pontos levantados anteriormente, descrever uma metodologia que possa atender a maior parte das questões levantadas, embora não tivesse o objetivo de advogar o uso de um instrumento único para tais avaliações. Este ponto foi ressaltado nas considerações finais deste capítulo, a partir dos exemplos avaliados. Outra característica peculiar deste trabalho é o foco no impacto de mudanças tecnológicas no setor do agronegócio, que foi dado pelos exemplos de aplicações da metodologia apresentada, em que são descritos impactos de tecnologias apresentadas em capítulos anteriores. Portugal, na seção de abertura do Seminário sobre os Impactos da Mudança Tecnológica do Setor Agropecuário na Economia Brasileira (EMBRAPA, 2002), descreve que é importante mensurar os impactos das mudanças tecnológicas na agricultura para que a sociedade possa tomar decisões cada vez mais seguras em relação à melhor forma de aplicar seus recursos. Além dos impactos de mudanças tecnológicas, é apresentado também um exemplo de aplicação de mudança de política, até como uma forma de conscientização do leitor da importância do fator político para a obtenção de impactos positivos para a agricultura e a economia de uma nação.

Após esta introdução, segue uma revisão de literatura sobre métodos de avaliação de impactos de tecnologias agrícolas, assim como uma discussão crítica sobre elas. A seguir, para suprir o principal apontamento negativo das análises revisadas, foi descrito como um método complementar de avaliação a análise de impacto utilizando-se a Matriz insumo-produto (MIP). Para isto foram apresentados, inicialmente, alguns conceitos básicos e, posteriormente, o método como foi aplicado. Com o propósito de testar o método e discutir seus resultados, alguns exemplos foram descritos. Finalmente tem-se a conclusão do trabalho com as principais recomendações, benefícios e limitações da metodologia proposta.

2. Revisão da literatura

Na análise de avaliação de impactos relacionados ao setor agropecuário têm-se, nos Anais do Seminário sobre os Impactos da Mudança Tecnológica do Setor Agropecuário na Economia Brasileira (EMBRAPA, 2002), três grandes estudos que buscam responder esta questão. O primeiro trabalho (BONELLI, 2001), intitulado "Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil: revolução invisível e inclusão social",

procurou medir o impacto da renda agrícola sobre algumas variáveis econômico-sociais importantes: renda não agrícola; índice de desenvolvimento humano (IDH) e índice de condições de vida (ICV). Este autor, considerando o período que se estendeu da década de 1970 a 1990, e utilizando métodos econométricos na sua avaliação, encontrou relação significativa entre estas variáveis, mostrando a importância do setor agropecuário na economia. O segundo trabalho (BRANDÃO, 2001) utilizou, inicialmente, uma análise de regressão para mostrar que o aumento na produtividade agrícola observado da década de 1970 até a década de 1990 contribuiu para o aumento das exportações agrícolas do Brasil. A seguir foi estimado, por um modelo de equilíbrio geral (GTAP), o impacto deste aumento de exportação explicado pela variação na produtividade agrícola na economia brasileira. O autor justifica esta segunda etapa do estudo pelo fato de que “a análise dos impactos dos resultados da pesquisa sobre a atividade econômica deve levar em consideração as relações intersetoriais nos mercados de fatores e de produtos”, ou seja, é importante considerar os efeitos de transbordamento de uma mudança tecnológica dentro da economia. Por último, tem-se o estudo que procurou identificar o impacto da pesquisa agrícola sobre o consumidor (BARROS, 2001). Este benefício é mais difícil de ser mensurado, uma vez que estes mercados estão em concorrência perfeita, e seus impactos devem ser observados considerando-se o mercado mundial e não apenas o mercado brasileiro. Entretanto, este é um impacto extremamente importante para ser avaliado, em razão dos enormes benefícios econômicos e, consequentemente, sociais que acarreta, principalmente para a população de renda mais baixa. Além disto, o autor colocou também a importância da pesquisa agrícola na melhoria também da qualidade dos seus produtos e não apenas no preço.

Outros trabalhos que buscaram avaliar o impacto de tecnologias agrícolas na economia também podem ser observados. Por exemplo, Costa e Freitas (2007) identificaram que 1% de aumento da produtividade agrícola do milho, soja e trigo, associado ao melhoramento genético destas culturas, foi responsável por uma redução no preço destes produtos de 0,7%, 1,23% e 1,81%, respectivamente. O período analisado neste estudo foi de 1967 a 2000. Outras avaliações de impacto consideram apenas o impacto na renda do agente que aplica a tecnologia. Por exemplo, em quanto irá aumentar a renda do produtor agrícola se adotar uma variedade de milho mais produtiva do que a usualmente adotada? Para isto é utilizado o método do excedente econômico no adotante imediato da tecnologia. Segundo Vedovoto et al. (2008), este método é adequado para avaliar as tecnologias da Embrapa desenvolvidas por Unidades de pesquisa de produtos e da área agroflorestal ou agropecuária. Já na avaliação dos impactos sociais, no que se refere ao impacto sobre o número de empregos, segundo estes mesmos autores,

considera-se os impactos ao longo da cadeia produtiva e não somente no nível do produtor. Entretanto, o método a ser utilizado para a mensuração de tais impactos não foi explicitado pelos autores. Neste sentido têm-se diversos estudos que buscaram estimar tais impactos no adotante da tecnologia: Mello (2006), Tupy et al. (2006) e Almeida e Fukuda (2010) são alguns exemplos destes estudos.

Apesar de diferentes, todos os trabalhos citados anteriormente são exemplos de avaliação de impactos. Resumidamente, verificam-se nestes estudos que foram identificados os efeitos passados: da renda agrícola no IDH (BONELLI, 2001); da produtividade agrícola nas exportações (BRANDÃO, 2001); da pesquisa agrícola sobre o consumidor (BARROS, 2001); do melhoramento genético no preço dos alimentos (COSTA; FREITAS, 2007); e de tecnologias aplicadas sobre a renda do produtor agrícola (VEDOVOTO et al., 2008). Estes são apenas alguns exemplos, entre inúmeros, de análises de impacto; em comum, o fato de serem análises voltadas a tecnologias agrícolas. Entretanto, entre eles, exceto no estudo descrito por Brandão (2001), nenhum dos anteriores utilizou uma análise complementar para identificar os efeitos de transbordamento para a sociedade. Assim, se tais impactos causarem desestímulo em alguns elos da cadeia produtiva, isto não foi contabilizado para se considerar os benefícios para a sociedade. Também não foram considerados os efeitos secundários dos ganhos de renda dos produtores em função do aumento no giro de renda que promovem. Estes ganhos e perdas adicionais para a sociedade são descritos como *spillovers*, ou efeito de transbordamento, e é uma das questões que os estudiosos de avaliação de impactos buscam equacionar. Estes efeitos podem ser tão grandes para uma dada inovação tecnológica, que podem gerar alterações significativas nos resultados.

A desconsideração dos efeitos de transbordamento, entretanto, não significa desqualificação dos trabalhos anteriores de avaliação de impactos. Muitas vezes, uma análise dos efeitos primários já é o que se deseja saber e oferece as respostas desejadas. Mas, em outras situações, como quando o efeito de transbordamento pode ser mais importante do que os efeitos primários, métodos complementares podem e devem ser aplicados para uma melhor avaliação. Este texto mostra um método para identificar tais impactos e exemplos de sua aplicação em tecnologias apresentadas em capítulos anteriores.

3. Conceitos básicos da técnica utilizada para entendimento da metodologia desenvolvida

As análises socioeconômicas podem ser realizadas de diferentes maneiras. Entretanto, todas têm como mesmo objetivo quantificar determinados efeitos que uma ação provoca no ambiente, seja no nível social, econômico

ou ambiental. Em cada um destes níveis, diferentes unidades de mensuração podem ser observadas. No nível social, podemos visualizar: número de empregos, número de pessoas beneficiadas ou prejudicadas e suas diferentes classes sociais. No nível econômico podemos visualizar: valor da remuneração ou do lucro, valor do produto interno bruto, nível de preço, importações, exportações etc. No nível ambiental são observadas as quantidades de carbono, microrganismos patogênicos, lixiviação de nutrientes, dispersão de agrotóxicos ou de quaisquer outros agentes poluentes. Neste capítulo foi descrito um método específico para uso em avaliação de impactos socioeconômicos, cujos resultados mensuram os efeitos de transbordamento de uma determinada ação sobre toda a sociedade. Assim, seus resultados mostram impactos sobre o número de empregos, a remuneração, o lucro, o produto interno bruto e o nível das importações.

O método de análise tem como base um instrumento econômico chamado de matriz de insumo-produto (MIP), e a explicação deste instrumento é feita a seguir.

A matriz de 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. A estruturação da MIP foi influenciada pelas ideias de outros dois trabalhos: o de Quesnay (1694-1774), que organizou os fluxos entre as atividades econômicas como descrito na Figura 1; e o de Walras (1834-1910), que expressou o comportamento do sistema econômico por meio de uma simplificação do modelo de equilíbrio geral e da organização, aquisição e interpretação de dados.

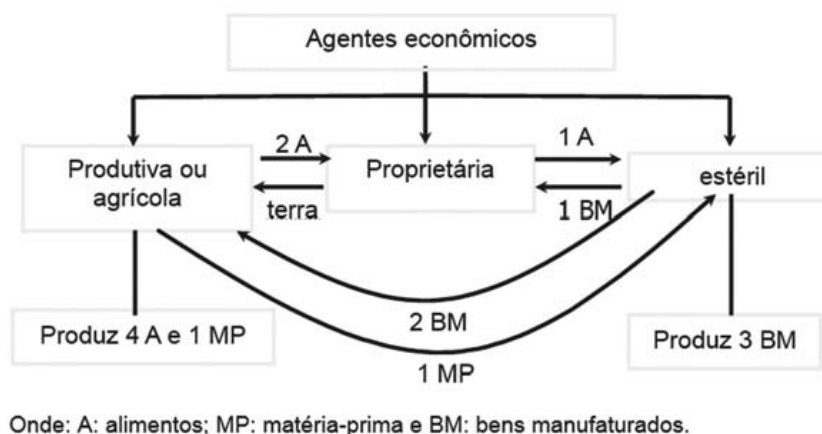


Figura 1. Esquema do *Tableau Economique de Quesnay* (MULLER, 1978).

O *Tableau Economique* descreve, simplificadamente, o comportamento de uma sociedade. Para isto, Quesnay exemplifica uma sociedade com três classes de agentes econômicos: a produtiva, a proprietária e a

estéril. A classe proprietária oferece a terra para que a classe produtiva produza alimentos (4 unidades) e matéria-prima (1 unidade). Como pagamento pela terra, esta última oferece 2 unidades de alimento produzidos para a classe proprietária. A matéria-prima produzida é, por sua vez, oferecida para a classe estéril, que a utiliza para produzir bens manufaturados (3 unidades). A classe estéril paga pela matéria-prima com 2 unidades de bens manufaturados. Já os alimentos (1 unidade) são fornecidos para a classe estéril a partir da classe proprietária, que os troca por outra unidade de bens manufaturados.

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 Figura 2.

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 _Y	
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		

Figura 2. Esquema de organização das informações contidas na matriz de insumo-produto de uma economia composta por três setores.

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 há 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 seu valor de produção (X_1). Ou seja, o valor de tudo que foi produzido por aquele setor.

Mas podemos visualizar os fluxos da MIP a partir das compras. Para isto, consideramos 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) temos então o valor da produção deste setor (X_1).

Portanto, o valor da produção de cada setor da economia (X_n) pode ser obtido de duas maneiras diferentes que originam o mesmo valor ao final. A partir da estrutura descrita na Figura 2, que representa o funcionamento da economia e as mudanças que podem ser aplicadas nela, e que são provocadas por diferentes tipos de choques, verificam-se os impactos no número de empregos; no valor das importações; no PIB e nas variáveis formadoras do PIB, como a remuneração e o lucro. O próximo item descreve o método de aplicar os choques e obter os impactos a partir da MIP.

4. Análise de impacto com a matriz de insumo-produto

A principal motivação para a aplicação deste método está relacionada à obtenção dos efeitos de transbordamento das tecnologias, ou seja, identificam-se os impactos nos diferentes agentes econômicos: produtor, consumidor, governo e o setor externo. Além disso, 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 a obtenção deste resultado. Há situações que podem dificultar sua utilização, como já foi exemplificado posteriormente.

Descrevendo a matriz da Figura 2 na forma matricial, obtemos o consumo intermediário descrito como $CI_{n \times n}$, onde n representa o número de setores desagregados na economia analisada, e as matrizes $X_{n \times 1}$ e $Y_{n \times 1}$ são, respectivamente, os vetores de valor bruto da produção e de demanda final. Assim, pode-se descrever o vetor do valor da produção de todos os setores de uma economia como sendo:

$$C_{Inxn} + Y_{nx1} = X_{nx1} \quad (1)$$

A partir da equação (1) pode-se obter a matriz de coeficientes técnicos dos setores ($A_{n \times n}$), que representa o quanto um setor compra de insumos de outros setores da economia. Para isto, cada elemento da matriz $C_{In \times n}$ é dividido pelo valor da produção do setor que realiza a compra. Por exemplo, os elementos do vetor $C_{In \times 1}$ são divididos pelo valor da produção do setor 1 ($X_{1 \times 1}$). Desta maneira, a equação (1) pode ser reescrita como:

$$A_{n \times n} * X_{nx1} + Y_{nx1} = X_{nx1} \quad (2)$$

A partir da equação (2), de acordo com Miller e Blair (2009), os impactos de um choque de demanda na economia sobre o valor da produção são obtidos da seguinte forma:

$$X_{nx1} = (I_{n \times n} - A_{n \times n})^{-1} * Y_{nx1} \quad (3)$$

onde a matriz I é uma matriz identidade, de ordem $n \times n$, obtida pela manipulação algébrica da equação (2) e $(I - A)^{-1}$ é a matriz de multiplicadores diretos e indiretos, conhecida como a matriz inversa de Leontief. É a partir da matriz inversa de Leontief que se obtemos os chamados multiplicadores de impactos de um choque na economia.

Utilizando o impacto no Valor Bruto da Produção (X), são então calculados os impactos na economia sobre o número de empregos (Z_E), o valor das remunerações (Z_R), o valor das importações (Z_M) e o Produto Interno Bruto - PIB (Z_{PIB}). Para isto, o valor da produção (X) foi multiplicado pelo coeficiente de cada uma destas variáveis, como descrito na equação (4):

$$Z_{(nx1),i} = [diagonalizada(C_{(nx1),i})]_{(n \times n),i} * X_{nx1} \quad (4)$$

onde $i = E, R, M$ ou PIB.

Os coeficientes C_i , por sua vez, foram obtidos também dos dados identificados na matriz de insumo-produto. O coeficiente de cada uma destas variáveis: C_E (emprego), C_R (remuneração), C_M (importação) e C_{PIB} (PIB) é obtido dividindo, para cada um dos n setores da economia, o valor correspondente a cada informação (emprego, remuneração, importação e PIB) pelo seu respectivo valor da produção.

Tradicionalmente, a matriz de insumo-produto é utilizada como um instrumento de avaliação de impacto de demanda final, como pode ser verificado na equação (3), na qual se avalia o impacto no valor da produção da economia (X) resultante de uma alteração na demanda final (Y).

Entretanto, outras situações podem ser avaliadas com esta metodologia, como, por exemplo, uma alteração na estrutura produtiva ocasionada por alguma mudança tecnológica ocorrida nos setores do agronegócio. Assim, é importante definir, para uso desta metodologia, o conceito de um termo usado diversas vezes neste capítulo. É o termo “choque”. O choque é a alteração realizada em algum dos termos descritos do lado direito na equação (3), $(I - A)^{-1}$ ou Y , ou em algum dos coeficientes descritos anteriormente (C_E , C_R , C_M e C_{PIB}), para obtenção de novos valores das variáveis X , Z_E , Z_R , Z_M e Z_{PIB} . Esta alteração é definida pelas características de cada mudança (choque) que se está avaliando.

Para estimar os impactos na economia brasileira com um choque na demanda final (Y), pode-se calcular as equações (3) e (4) com apenas o valor do choque da demanda explicitado no setor correspondente.

Se o choque for na matriz de coeficientes técnicos (A) ou dos demais coeficientes (C_i), então as variáveis X , Z_E , Z_R , Z_M e Z_{PIB} são estimadas com e sem o “choque” definido anteriormente. A diferença entre os dois cenários estimados representa, então, os impactos do choque analisado sobre a economia brasileira.

Esta é uma regra geral para cálculos de impacto; entretanto, dependendo da situação a ser analisada, adaptações devem ser efetuadas para se obter a melhor resposta ao que se deseja analisar.

Resumindo, o objetivo final da aplicação da metodologia descrita é obter novos valores das matrizes X , Z_E , Z_R , Z_M e Z_{PIB} em função de variações exógenas: na matriz de coeficientes técnicos (A), ou na matriz de demanda final (Y), ou nas matrizes de coeficientes (C_i), dependendo do choque a ser avaliado. Ou seja, a partir da ação que gera um determinado choque nos agentes econômicos, o objetivo é identificá-lo e modelá-lo na MIP. Com isto, teremos, ao final, resultados que consideram os efeitos de transbordamento na sociedade e mensurados de maneira similar.

Entretanto, antes de descrever quaisquer análises de impacto, é necessária uma reflexão sobre as consequências diretas dos diferentes tipos de mudança que podem ser analisados, ou seja, precisamos definir os choques a serem dados na MIP. Por exemplo: (a) uma mudança tecnológica tem consequência direta no aumento de produtividade? Neste caso, o choque representa o valor deste aumento. Ou é sobre a redução de insumo? De quanto é este aumento na produtividade ou redução de insumo?; (b) uma mudança política tem consequência direta no aumento e/ou na redução do consumo de determinados itens? De quanto é este aumento ou redução?

Alguns choques poderão ser diretamente modelados na MIP e outros deverão ter seus impactos iniciais previamente analisados para, a seguir, serem inseridos ou modelados na MIP.

5. Exemplos de aplicação

Neste item foram colocados alguns exemplos de aplicação de avaliação de impactos feitos pela Embrapa Instrumentação, focando a aplicação da metodologia apresentada anteriormente. A Tabela 1 descreve, resumidamente, os casos exemplificados, suas características e especificidades. Foram descritos nesta tabela os estudos de impacto de duas tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Instrumentação e que já vêm sendo aplicadas (fossa séptica biodigestora e a derriçadeira mecânica de café); duas tecnologias com grande potencial de aplicação e que são estudadas pela Embrapa Instrumentação (detector precoce do HLB nos citros e ferramentas para a agricultura de precisão), e uma mudança de política para estímulo da agroenergia (mudança do ICMS do etanol hidratado no estado de São Paulo). Algumas destas tecnologias já foram descritas em capítulos anteriores. Cada um destes casos é descrito em uma das colunas da Tabela 1. Nas linhas são apresentadas as principais informações referentes a cada um deles (que envolvem ações tecnológicas ou políticas). Na última linha é descrita a referência bibliográfica do trabalho completo mais recente que analisou a tecnologia. Esta informação é de extrema importância para uma melhor análise de cada ação descrita, uma vez que este capítulo tem como objetivo apenas analisar o processo metodológico utilizado para a avaliação de impacto. Portanto, a análise de cada uma das ações aqui exemplificadas é superficial e incompleta. Apesar de os choques (tecnológicos ou políticos) exemplificados estarem descritos em uma mesma tabela (Tabela 1), isto não pressupõe que podem ser analisados comparativamente.

O primeiro exemplo de aplicação é um caso complexo para obtenção dos choques econômicos e avaliação dos impactos na economia brasileira. Isto ocorre porque a tecnologia da fossa séptica biodigestora tem como principal problema a ser resolvido a redução de doenças e mortes provocadas pela falta de saneamento no ambiente rural. Assim, os impactos estimados para esta tecnologia devem estar alinhados com o problema principal a que ela se dedica resolver. Como neste caso o problema é de saúde pública, análises de impacto neste sentido devem ser prioritariamente estimadas. É certo também que, conforme discutido por Costa e Guilhoto

(2011), há impactos econômicos importantes derivados de economias na área da saúde e redução de mortes. Mas há também questões éticas que pesam para não incluí-los. Por exemplo, não estaria certo dizer que a área de saúde reduziria seus gastos, e como valorar uma vida perdida? Entretanto, outras questões econômicas estão envolvidas neste impacto, como o fato de o resíduo da fossa ser um ótimo fertilizante; a construção do sistema da fossa, considerando seu tempo de vida útil, gera demanda em alguns setores da economia, e a redução de doenças gera aumento de produtividade do trabalho das pessoas.

Assim, conforme descrito na Tabela 1, Costa e Guilhoto (2012c) mensuraram os impactos econômicos dos seguintes choques: (i) redução no coeficiente de importação de fertilizantes químicos na agricultura; (ii) aumento na demanda dos setores relacionados à construção da fossa séptica biodigestora, e (iii) aumento na demanda final das famílias, ocasionado por dois fatores: (a) a sua economia com fertilizantes químicos, e (b) o aumento no PIB em função do aumento na produtividade do trabalho pelas doenças evitadas. A Tabela 2 descreve as mudanças necessárias nas equações (3) e (4), as quais representam o modelamento dos choques estimados sobre a MIP, e as equações-base para as análises. Assim, quando alguma das variáveis (matriz ou vetor) descritas naquelas equações apresentam um subscrito diferente, este indica mudança em algum parâmetro delas, de maneira a modelar o problema em análise.

Neste caso, o impacto econômico não foi o resultado principal da análise, conforme já mencionado, mas é descrito na Tabela 3. Considerando estes valores e os valores de instalação das fossas, esta análise permitiu encontrar que para cada R\$ 1,00 investido nesta ação há um retorno econômico de R\$ 4,69 em produção e R\$ 2,55 em renda interna bruta para a sociedade. Entretanto, a mensuração deste impacto econômico só foi possível levando-se em conta os efeitos de transbordamento da ação da fossa séptica biodigestora. Considerando apenas seus impactos sobre a população que a adota, ou seja, seus impactos primários, tais valores, provavelmente, seriam negativos. Por isto o uso do instrumental de avaliação utilizando a matriz de insumo-produto é de extrema importância e deve ser considerado na avaliação desta tecnologia.

Tabela 1. Exemplos de aplicação do método de análise da matriz de insumo-produto na avaliação de impactos de tecnologias e políticas que afetam o meio rural

	Fossa séptica biodigestora	Derradeira mecânica de café	Detector precoce do HLB nos citros	Instrumentos para a agricultura de precisão	Alteração no ICMS do etanol hidratado em SP
Problema(s) que a tecnologia ou política procurou resolver	Redução de doenças e mortes provocadas pela falta de saneamento no ambiente rural.	Aumentar a produtividade da colheita do café de montanha.	Reduzir a disseminação da doença do HLB nos citros, que não possuem métodos curativos.	Redução do desperdício de insumos e da contaminação ambiental provocada por eles.	Reduzir o consumo do combustível mais poluente e não renovável em favor da agroenergia.
Pergunta(s) inicial(is) que a pesquisa deve responder em favor da tecnologia ou política	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação por microorganismos patogênicos evitada; • Quantidade de nutrientes que podem ser aproveitados como fertilizantes; • Custo da fossa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o aumento na produtividade da colheita do café? 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a eficácia da tecnologia para detectar o HLB? • Em quanto o método atual de detecção é eficaz? • Custo do equipamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a redução na quantidade de insumos aplicada na agricultura? • Qual o aumento na produtividade? • Qual a redução na contaminação ambiental? 	<ul style="list-style-type: none"> • Em quanto teria variado a demanda por gasolina? • Em quanto a demanda pelo etanol (produto agroindustrial) teria variado?

(continuação...)

Tabela 1 (continuação)

	Fossa séptica biodigestora	Derradeira mecânica de café	Detector precoce do HLB nos citros	Instrumentos para a agricultura de precisão	Alteração no ICMS do etanol hidratado em SP
Pergunta(s) adicional(is) necessária(s) para análise de impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Número de mortes e doenças evitadas; • Número de fossas necessárias; • Quantidade de fertilizante que pode ser substituído. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quais agentes estão envolvidos na colheita e quais se beneficiaram do aumento de produtividade? • Tamanho da população. 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual será a evolução da doença com a tecnologia proposta (cenário de choque)? • Qual será a evolução da doença com o método atual (cenário-base)? 	-	-
Choque(s) a ser(em) analisado(s); o(s) impacto(s) socioeconômico(s) pela metodologia	<ul style="list-style-type: none"> • Anos de doença evitados; • Construção da fossa; • Redução na compra de fertilizantes. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda por mudas de citros em ambos os cenários; • Produção de citros e suco de laranja em ambos os cenários; • Demanda pelo instrumento de detecção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na demanda de fertilizantes; • Aumento de produtividade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na demanda de fertilizantes; • Aumento de produtividade.

(continuação...)

Tabela 1 (continuação)

	Fossa séptica biodigestora	Derradeira mecânica de café	Detector precoce do HLB nos citros	Instrumentos para a agricultura de precisão	Alteração no ICMS do etanol hidratado em SP
Necessidade de desagregação da MIP	Não.	-	Para dois setores: Citros; Suco de laranja.	Para três setores: cana-de-açúcar; milho; soja.	Para o setor da cana-de-açúcar; Para o estado de São Paulo.
Referência bibliográfica	Costa e Guilhoto (2012c).	Costa e Poppi (2012)	Costa e Guilhoto (2012a).	Costa e Guilhoto (2012b).	Costa e Guilhoto (2011).

No caso da segunda tecnologia descrita na Tabela 1, a derradeira de café, o principal efeito é de característica socioeconômica, uma vez que este instrumento afeta o emprego na colheita do café e a produtividade do trabalho nesta atividade, o que acarreta em alteração nos custos de colheita. Entretanto, na referência citada que analisou esta tecnologia, a análise utilizando a matriz de insumo-produto não foi aplicada e, por isto, não são observados as matrizes utilizadas na Tabela 2 e os resultados correspondentes na Tabela 3.

Mas por que isto não foi feito? Como foi descrito no estudo de Costa e Poppi (2012), grande parte do impacto positivo na sociedade resultante da introdução desta ferramenta ocorreu pela escassez de mão de obra para a colheita. Ou seja, há uma demanda por trabalhadores em outros setores da economia que devem, portanto, ter compensado a redução na demanda deles na colheita do café de montanha. Entretanto, não é considerado, na análise utilizando a MIP, o fato de que a economia do país demanda mais trabalhadores, e que a mão de obra disponibilizada pela redução do número de colhedores de café poderá ser absorvida por outros setores. Assim, a análise desta tecnologia na MIP pode ter um impacto negativo, resultante da redução nos coeficientes de emprego e remuneração, até maior do que os impactos positivos causados por ela (aumento da demanda pelo equipamento, aumento da remuneração dos que ficaram na atividade e aumento de renda de parte dos produtores). Ou seja, os impactos econômicos totais da derradeira, considerando os efeitos de transbordamento na economia

seriam, então, muito pouco significativos por não levarem em consideração o fator preponderante para o impacto positivo desta tecnologia. Por isto é importante entender também o contexto no qual a tecnologia está inserida para uma correta análise de impacto, mesmo considerando os efeitos de transbordamento para a sociedade, como foi o caso da derriçadeira de café.

Tabela 2. Alterações necessárias nas equações (3) e (4) para a obtenção dos resultados em cada um dos choques descritos na Tabela 1

	Fossa séptica biodigestora	Detector precoce do HLB nos citros	Instrumentos para a agricultura de precisão	Alteração no ICMS do etanol hidratado em SP
Cenário-base	$X = (I - A)^{-1} * Y$ $Z_i = diagonal(C_i) * X$	$X_b = (I - A_b)^{-1} * Y_b$ $Z_{bi} = diagonal(C_{bi}) * X_b$	$X = (I - A)^{-1} * Y$ $Z_i = diagonal(C_i) * X$	$X = (I - A)^{-1} * Y$ $Z_i = diagonal(C_i) * X$
Cenário do choque	$X_a = (I - A_a)^{-1} * Y_a$ $Z_{ai} = diagonal(C_{ai}) * X_a$	$X_c = (I - A_c)^{-1} * Y_c$ $Z_{ci} = diagonal(C_{ci}) * X_c$	$X_d = (I - A_d)^{-1} * Y_d$ $Z_{di} = diagonal(C_{di}) * X_d$	$X_f = (I - A)^{-1} * Y_f$ $Z_{fi} = diagonal(C_i) * X_f$
Cálculo do impacto	$X_a - X$ $Z_{ai} - Z_i$	$X_c - X_b$ $Z_{ci} - Z_{bi}$	$X_d - X$ $Z_{di} - Z_i$	$X - X_f$ $Z_i - Z_{fi}$

A inclusão deste caso que, diferente dos demais descritos na Tabela 1, não utilizou o método da MIP para avaliação de impacto é importante para exemplificar os casos em que o método pode não ser a melhor alternativa para a avaliação de impactos e a demonstração das limitações de seu uso.

As análises realizadas para as duas tecnologias descritas a seguir, o detector de HLB para citros e as tecnologias de agricultura de precisão, são de caráter exploratório, uma vez que o efeito de tais tecnologias, como mensurado nas respectivas análises, ainda não está pronto para ser aplicado na agricultura.

No caso do detector da doença HLB, temos uma tecnologia desenvolvida cuja diferença em relação ao método atualmente aplicado de detecção da doença está bem descrito. Entretanto, ainda não foi desenvolvido um aparelho portátil para aplicação deste método no campo. Com base nos resultados da pesquisa, foi então possível desenvolver um modelo de evolução da doença, considerando a aplicação dos dois métodos de detecção (cenários): o método atual, que consiste na detecção visual, e com o detector precoce sendo utilizado. Isto foi realizado por Costa (2011) e, a partir destes resultados, considerando que a situação da doença já está estabilizada, foram identificadas as diferenças existentes no setor da citricultura em cada um dos dois cenários. Estas diferenças foram aplicadas como

choque na MIP da economia brasileira, sendo necessário, para isto, a desagregação dos principais setores que sofreram os choques: produção de citros e produção de suco de laranja. Portanto, os resultados obtidos nesta análise, descritos na Tabela 3, representam as diferenças dos impactos anuais no país ocasionados por um cenário de estabilização da doença nos patamares que devem ser observados no futuro, considerando que a doença será detectada pelo detector precoce ou pela detecção visual. A alteração nas matrizes utilizadas para esta avaliação é descrita na Tabela 2. Verifica-se, neste caso, que as matrizes de coeficientes técnicos (A), de demanda final (Y) e dos coeficientes de remuneração e emprego (C_E e C_R) foram alteradas tanto para o cenário de choque quanto para o cenário-base. Isto ocorreu porque, ambos foram modificados em função de ter sido analisado um cenário futuro estimado nos dois casos: o cenário-base considera o que poderá ocorrer se a doença continuar sendo detectada visualmente e o cenário do choque o que poderá ocorrer se a doença passar a ser detectada precocemente pelo aparelho proposto.

A análise dos impactos, considerando-se o efeito de transbordamento da aplicação desta tecnologia, é importante, uma vez que o impacto econômico imediato para o adotante da tecnologia deverá ser negativo e, portanto, assim como no caso da fossa séptica biodigestora, não descreve com exatidão seus impactos desejados. Além disso, também como no primeiro caso descrito na Tabela 1, para os efeitos desejados, a tecnologia deve ser adotada em massa e, para isto, deve contar com o apoio governamental. Portanto, uma avaliação de impacto que mostre os impactos sobre toda economia é um instrumento importante para os gestores na adoção de políticas públicas adequadas.

No caso da agricultura de precisão, há não apenas uma, mas um conjunto de tecnologias que tem como foco um mesmo objetivo, que é a redução do desperdício de insumos agrícolas. Esta redução pode afetar: a contaminação do meio ambiente, redução no consumo de insumos e/ou o aumento da produtividade. Neste caso, apesar de já existirem tecnologias que são aplicadas na agricultura, estas são ainda pouco utilizadas no país e seus efeitos, principalmente para as condições brasileiras, ainda precisam de uma avaliação aprimorada, como descrito por Costa e Guilhoto (2012a). Por isso, os impactos analisados neste caso, cujos resultados são descritos na Tabela 3, podem ser considerados, entre os analisados, os mais incertos. Neste estudo, os autores analisaram as potenciais culturas e o percentual delas

para que as técnicas de agricultura de precisão sejam efetivas, e para analisar o impacto delas na economia foi necessária a desagregação destas culturas agrícolas (cana-de-açúcar, milho e soja) na MIP. As demais alterações na MIP necessárias para esta análise são descritas na Tabela 2.

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 neste trabalho apresentarem algumas especificidades relativas ao uso da agricultura de precisão, outras ações podem originar impactos semelhantes como, por exemplo, o melhoramento genético das culturas que resultam em aumento de produtividade e/ou redução no uso de insumos.

Uma restrição importante no caso de avaliar os impactos do aumento da produtividade agrícola na MIP, seja por quaisquer tecnologias que a promovam, é o fato de que este aumento pode também ocasionar alterações no preço destes produtos, como foi descrito por Costa e Freitas (2007). Esta é uma restrição metodológica da MIP. A inclusão de choques de mudança de preços na MIP é, inclusive, um desafio futuro no desenvolvimento de métodos de análises com este instrumental.

Conforme descrito na introdução deste capítulo, as avaliações de impacto não se restringem a alterações tecnológicas. Assim, a Tabela 1 apresenta, como último exemplo de aplicação da metodologia para a avaliação de impactos, um choque decorrente de mudança na política que afeta a agricultura brasileira. O exemplo é voltado para o choque no mercado de etanol, que é um dos principais produtos agroindustriais brasileiros, a principal agroenergia produzida no país e cujo estímulo é um típico exemplo da política voltada para a sustentabilidade econômica ou economia verde (DINIZ; BERMAN, 2012; SCHAEFFER et al., 2012). Confirmando isto, Costa et al. (2013) mostram que a substituição de 15% de gasolina C por etanol hidratado no país pode gerar 117 mil novos empregos e R\$ 236 milhões em remuneração na economia brasileira. Ou seja, políticas voltadas ao estímulo deste biocombustível deveriam ser uma das principais políticas ambientais, energéticas, sociais e econômicas do país.

A política de incentivo ao etanol descrita na Tabela 1 foi a redução do ICMS do etanol hidratado no estado de São Paulo. Esta política foi implementada no estado a partir de 2004, e o objetivo da análise desta política utilizando a MIP realizada por Costa e Guilhoto (2011) foi identificar seu impacto na economia brasileira. Para isto foi necessário desagregar o setor

de cana-de-açúcar e a matriz do estado de São Paulo separadamente da matriz do restante do país. Neste caso, o choque dado foi em relação à alteração na demanda final (Y) dos setores produtores de etanol hidratado e da gasolina C, que é seu substituto, conforme descrito na Tabela 2. Assim, uma análise econômica para estimar tais variações de demanda provocadas por este choque foi previamente realizada. Mas por que, além desta estimativa de mudança de demanda, foi necessário avaliar os impactos na economia? Ou seja, qual a importância de acrescentar, na análise, a avaliação com a MIP? Conforme descrito na Tabela 1, o objetivo principal de uma política deste tipo (incentivo ao bicomcombustível em detrimento do derivado de petróleo) é de ordem ambiental, por reduzir poluição e a demanda pelo produto não renovável. Entretanto, impactos econômicos importantes podem também advir desta ação. Tais impactos são importantes, neste caso, não apenas para o produtor final dos combustíveis envolvidos, mas para toda a cadeia produtiva, o que envolve, de maneira significativa, a produção agrícola. Assim, a mensuração destes impactos e seus efeitos de transbordamento sobre toda a cadeia produtiva do país é essencial para ajudar a tomada de decisão de políticas.

A Tabela 3 mostra os resultados encontrados pelos autores para os principais impactos estimados na aplicação dos choques utilizando a metodologia de análise de impacto descrita para cada um dos exemplos mostrados. As ações analisadas encontram-se descritas nas colunas, e os resultados obtidos para cada uma das principais variáveis analisadas estão nas linhas. Assim, uma das vantagens deste método é alinhar os resultados de impactos de diferentes ações em uma mesma amplitude (que é a economia brasileira). Portanto, analisar os resultados descritos nesta tabela de maneira comparativa é algo fácil, simples e tentador. Entretanto, da mesma maneira que foi descrita anteriormente, a análise comparativa dos resultados, apesar de eles estarem mensurados para as mesmas variáveis e na mesma amplitude, não é incentivada. As diferenças entre as ações que impedem tal comparação são descritas a seguir.

Tabela 3. Resultados dos impactos anuais das tecnologias e políticas descritas na Tabela 1 para a economia brasileira utilizando as matrizes de insumo-produto alteradas como descrito na Tabela 2

	Fossa séptica biodigestora	Detector precoce do HLB nos citros	Instrumentos para a agricultura de precisão	Alteração no ICMS do etanol hidratado em SP
Impacto no Valor Bruto da Produção – VBP (milhões de reais)	3.036	14.151	19.886	2.094
Impacto no Produto Interno Bruto – PIB (milhões de reais)	1.651	5.820	10.841	1.140
Impacto no valor das remunerações (milhões de reais)	588	2.316	3.148	456
Impacto no número de empregos	51.473	266.923	229.893	81.582

Cada uma das ações tecnológicas ou de políticas descritas tem características distintas. Por exemplo, seria incorreto dizer que a fossa séptica biodigestora, que é uma tecnologia que, se aplicada, pode reduzir o número de mortes no país, mas que foi uma das que apresentaram menores impactos na geração de emprego é, entre as opções exemplificadas, aquela que gera menor impacto social. Igualmente, seria incorreto afirmar que as técnicas de agricultura de precisão são, entre as ações descritas, aquelas com maior potencial de benefícios sociais e econômicos no país. Deve-se entender o contexto da análise que foi realizada para esta tecnologia, onde, em função da não concordância dos efeitos dela entre os autores, foram estimados cenários

para os quais a tecnologia caminha, mas que não estão ainda atendidos. Os impactos descritos para a tecnologia da detecção precoce do HLB nos citros, assim como para a agricultura de precisão, apesar de apresentar um grande impacto socioeconômico, de um lado sua importância vai além, pois a adoção de ambas pode reduzir a contaminação ambiental por agrotóxicos. De outro lado, a importância de ambas também está limitada a outras ações, principalmente políticas, de incentivo à sua adoção para que tais resultados possam ser alcançados. Já as ações políticas como a redução do ICMS do etanol, por si só, já são um incentivo que causa, de uma só vez e em uma só ação, todos os impactos sociais e econômicos descritos na Tabela 3. Além disto, a comparação desta última ação com as demais seria errônea porque estes impactos estão relacionados à ação de um único estado da federação, enquanto os demais se referem a ações aplicadas a todo território nacional.

Há ainda outras características das análises de impacto ressaltadas na introdução deste capítulo que podem ser discutidas a partir do uso do método e dos exemplos apresentados. A seguir foi realizada tal discussão, considerando-se as diferenças das análises entre: *ex ante*, *ex post*, potenciais e efetivas. Isto foi feito com o objetivo de deixar mais claro as diferenças e/ou similaridades entre elas, o que contribui para esta discussão.

6. Análises de impacto *ex ante*, *ex post*, potenciais e efetivos

Análises de impacto *ex ante* são, geralmente, análises de impactos potenciais uma vez que ainda não foram adotadas pela sociedade. Entretanto, podemos elaborar cenários considerando diferentes graus de adoção. Já as análises *ex post* podem ser dos dois tipos: potenciais e efetivas. São efetivas se consideram apenas a população que adota a ação analisada, e potenciais se consideram toda a população potencialmente beneficiada, e não apenas aquela que efetivamente a adota. Mas será que esta última situação não poderia ser, então, chamada de análise *ex ante*, uma vez que ainda não ocorreu?

Portanto, para dizer se uma análise é *ex ante* ou *ex post*, inicialmente deve-se conceituar cuidadosamente estes termos. Dizer que a análise de impacto de uma tecnologia é *ex post*, por exemplo, apenas porque já vem sendo adotada parcialmente pela sociedade seria incorreto se avaliamos o efeito potencial dela. Mas se multiplicarmos os resultados obtidos desta análise potencial pelo percentual da população que adota a tecnologia, então podemos ter os resultados da análise efetiva a partir desta primeira.

Entretanto, há tecnologias, como no caso da fossa séptica biodigestora e do detector do HLB dos citros que, caso não sejam massivamente adotadas, seus impactos são de difícil mensuração².

² Para melhor entendimento desta afirmação, devem ser lidos os trabalhos de impacto referentes a cada uma destas duas tecnologias descritos na Tabela 1.

Além disto, há diferentes graus de análises *ex ante*. Por exemplo, a análise da fossa séptica biodigestora, apesar de já ser adotada parcialmente, como descrito anteriormente, pode ser uma análise *ex ante* em relação aos seus efeitos potenciais. Já a análise do detector do HLB dos citros tem os resultados de pesquisa relacionados à sua efetividade concluídos, e a análise de impacto

dele *ex ante* à sua aplicação no campo. Mas há ainda a análise de impacto relacionada ao potencial de outra técnica (a agricultura de precisão), que não tem os resultados de pesquisa relacionados à sua efetividade acordados entre os pesquisadores da área. Portanto, a análise de impacto da agricultura de precisão é, entre os descritos, a que se encontra mais longe da realidade. Neste caso, foram avaliados apenas cenários exploratórios que esta tecnologia caminha para obter, conforme mencionado anteriormente, e outras tecnologias que caminham na mesma direção que, se alcançadas, teriam os mesmos impactos.

Finalmente, cabe discutir aqui qual tipo de análise é mais importante: *ex ante* ou *ex post*? Ou melhor, porque fazer uma ou outra? Obviamente, a importância de uma ou outra depende do contexto para o qual se deseja fazer tal análise. Análises *ex post* respondem ao valor do impacto que foi gerado. Assim, estas serão utilizadas para mostrar o quanto determinada ação, já executada, foi boa ou não. Já as análises *ex ante* dizem qual o valor do impacto que pode ser gerado por determinada ação e, portanto, devem ser utilizadas para incentivar, ou não, determinadas linhas de pesquisa, ou um produto, ou alguma ação política.

É importante também destacar que, mesmo os impactos efetivos (*ex post*), apesar de o nome dar uma falsa impressão de ter sido o que realmente foi observado, é um impacto estimado, assim como análises de impacto *ex ante*. Este fato é uma característica própria das análises econômicas que, ao contrário de experimentos de pesquisa, não têm um público fechado de influências externas que podem impactar o resultado da pesquisa. Assim, pode-se apenas estimar os efeitos de determinada ação no ambiente “não controlado dentro de uma estufa”.

7. Considerações finais

É importante ressaltar que, muito dificilmente, todos os impactos, potenciais ou efetivos, de uma ação (tecnológica, política ou de outra natureza) serão corretamente e/ou totalmente mensurados. Por exemplo: no caso da fossa séptica biodigestora, é difícil mensurar o impacto das vidas salvas pela sua introdução no ambiente rural; no caso da detecção precoce do HLB dos citros, sua introdução pode também ter impactos sobre o preço mundial da fruta e do seu suco. Portanto, toda e qualquer análise de impacto é apenas

uma estimativa que deve levar em consideração os pontos mais importantes e possíveis de serem mensurados de determinada ação.

Neste sentido, há diferentes maneiras de mensurar os impactos socioeconômicos e cada uma se adequa melhor à realidade que a ação analisada visa alcançar. Em relação à metodologia apresentada, se há uma ação cujos impactos socioeconômicos são maiores no âmbito dos efeitos de transbordamento dela, como no caso da fossa séptica biodigestora e de impactos de políticas que aumentam a demanda de um produto em detrimento de outro, a mensuração de tais efeitos são importantes para sua análise.

De outra maneira, se uma ação irá causar impactos em longo prazo, como no caso do uso do detector precoce do HLB nos citros, a previsão deste impacto deve ser identificada. Já se os impactos se referem a uma ação que já ocorreu e se deseja mensurar seus impactos de causa e efeito, como nos exemplos descritos na revisão de literatura (impacto da renda agrícola no IDH; da produtividade agrícola nas exportações; da pesquisa agrícola sobre o consumidor; e do melhoramento genético no preço dos alimentos), análises econométricas são mais apropriadas. Nestes casos, a estimativa dos efeitos de transbordamento delas pode ou não ser feita a partir da importância destes. Por exemplo, se sua efetividade depende da aplicação de políticas que estimulem ou imponham sua aplicação, como no caso do detector precoce do HLB, os efeitos de transbordamento são importantes para a sensibilização do poder público em relação à tal ação.

Já no caso da derriçadeira de café, cujos efeitos socioeconômicos são apropriados prioritariamente para os agentes que irão utilizar a tecnologia, e seus impactos na sociedade dependem das condições econômicas, mais do que dos efeitos de transbordamento, o uso da MIP para estimar seus impactos não é o mais importante.

Referências

ALMEIDA, C. O. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Memórias formosas**: a trajetória de uma variedade de mandioca da seleção à avaliação de impactos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2010. 88 p.

BARROS, J. R. M. Efeitos da pesquisa agrícola para o consumidor. In: SEMINÁRIO SOBRE OS IMPACTOS DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DO SETOR AGROPECUÁRIO NA ECONOMIA BRASILEIRA, 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2001.

BONELLI, R. Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil: revolução invisível e inclusão social. In: SEMINÁRIO SOBRE OS IMPACTOS DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DO SETOR AGROPECUÁRIO NA ECONOMIA BRASILEIRA, 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2001.

BRANDÃO, A. S. P. Aumento de produtividade e exportação: uma análise exploratória. In: SEMINÁRIO SOBRE OS IMPACTOS DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DO SETOR AGROPECUÁRIO NA ECONOMIA BRASILEIRA, 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2001.

COSTA, C. C. **Cenários Futuros da Citricultura Brasileira determinados pelo HLB (greening)**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011, 22 p. (Embrapa Instrumentação. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 34).

COSTA, C. C.; FREITAS, R. E. Contribuição do melhoramento genético para a redução de preço dos alimentos. **Revista de Economia Agrícola**, [S. I.], v. 54, p. 59-73, 2007.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. Impactos econômicos do sistema de detecção e eliminação precoce de citros com huanglonging. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S. I.], v. 9, p. 347-368, 2012a.

_____. Impactos potenciais da agricultura de precisão sobre a economia brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S. I.], v. 10, n. 2, p. 117-204, 2012b.

_____. Importância de uma política de saneamento rural no Brasil. In: CONGRESSO DA SOBER 50., 2012, Vitória. Vitória: [s.n.], 2012c.

_____. O papel da tributação no desenvolvimento econômico: como alíquotas diferenciadas de ICMS sobre etanol e gasolina ajudaram o Estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, [S. I.], v. 15, p. 369-390, 2011.

COSTA, C. C.; POPPI, L. **Impactos socioeconômicos do sistema de derriça mecanizado portátil na colheita de café de montanha no Brasil**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2012, 27 p. (Embrapa Instrumentação. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; MORAES, M. A. F. D. Impactos sociais do aumento de demanda de etanol hidratado versus gasolina C na economia brasileira. **Revista Econômica do Nordeste**, [S. I.], v. 44, n. 1, p. 45-58, 2013.

DINIZ, E. M.; BERMANN, C. Economia verde e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, [S.I.], v. 26, n. 74, p. 331-339, 2012.

MELLO, L. M. R. **Avaliação de impactos econômicos de tecnologias geradas da Embrapa Uva e Vinho - 2005**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2006. 26 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 58).

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MULLER, A. L. Quesnay's theory of growth: a comment. **Oxford Economic papers, new series**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 150-156, 1978.

SCHAEFFER, R.; LUCENA, A. F. P.; BORBA, B. S. M. C.; NOGUEIRA, L. P. P.; RATHMANN, R.; SORIA, R. Energia e economia verde: cenários futuros e políticas públicas. Rio de Janeiro: Fbds, 2012. 56 p. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma

Conceitos e aplicações da instrumentação para o avanço da agricultura

economia verde no Brasil). Disponível em: <http://fbds.org.br/fbds/article.php3?id_article=1021>. Acesso em: 06 de fev. 2015.

SEMINÁRIO SOBRE OS IMPACTOS DA MUDANÇA TECNOLÓGICA DO SETOR AGROPECUÁRIO NA ECONOMIA BRASILEIRA, 2001, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa-SEA, 2002. 241 p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 5).

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; RODRIGUES, A. A. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. (Embrapa Pecuária. Documentos, 55).

VEDOVOTO, G. L.; MARQUES, D. V.; SOUZA, M. O.; AVILA, A. F. D.; RIBEIRO, L. F. M. Avaliação multidimensional dos impactos de inovações tecnológicas: o caso da Embrapa. In: CONGRESSO ABIPTI: OS DESNÍVEIS REGIONAIS E A INOVAÇÃO NO BRASIL, 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: [s.n], 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18204/1/12-Aval_Multidimensional_Impactos_Inovacoes_Tecnol.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2015.