

## **A internalização dos custos da transição agroecológica.** *The internalization of agroecological transition costs.*

SILVA NETO, Benedito

<sup>1</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul, bsilva@uffs.edu.br

### **Eixo temático: Economias dos sistemas agroalimentares de base agroecológica**

#### **Resumo**

Nos estudos relacionados à transição agroecológica frequentemente se observa que os resultados econômicos dos sistemas de produção mais sustentáveis são inferiores aos dos sistemas convencionais. Uma explicação para isto são as externalidades negativas geradas pelos problemas ecológicos e sanitários provocadas pelas técnicas convencionais. Neste artigo é apresentado um método para a internalização dos custos da transição agroecológica (ICTA), o qual se baseia na programação linear. No artigo é apresentado um exemplo de aplicação da ICTA na cultura do milho em unidades de produção de Ijuí (RS). Os resultados mostram que a aplicação da ICTA permitiu internalizar o custo da adoção do sistema de cultura com menor uso de insumos químicos. Destaca-se que a ICTA permite analisar as condições para uma transição agroecológica no conjunto das atividades de um sistema de produção, ou de vários sistemas de produção presentes em um sistema agrário.

**Palavras-chave:** Agroecologia, Modelagem técnico-econômica, Externalidades ambientais

**Keywords:** Agroecology, Technical-economic modeling, Environmental externalities

#### **Introdução**

Nos estudos relacionados à transição agroecológica frequentemente se observa que os resultados econômicos dos sistemas de produção mais sustentáveis são inferiores aos dos sistemas convencionais. Isto pode ser explicado pelas externalidades negativas da agricultura convencional, isto é, custos sociais e ambientais impostos à sociedade que não são considerados pelos mecanismos de mercado (ALTIERI, 2004, p. 81-108). Por exemplo, o combate a pragas e doenças das plantas e o fornecimento a elas de nutrientes é grandemente facilitado pelo uso de insumos químicos, especialmente no que diz respeito ao tempo de trabalho necessário para estas práticas. Neste sentido, a viabilidade econômica das técnicas convencionais decorre justamente da negligência que supõe a sua aplicação em relação aos seus efeitos negativos sobre o ambiente e a saúde humana.

A proposta de um método de internalização dos custos da transição agroecológica (ICTA), a qual é o objetivo deste texto, decorre da necessidade de considerarmos de forma realista e dinâmica os custos socioambientais do atual padrão tecnológico da agricultura.

#### **Metodologia**

O procedimento básico da ICTA baseia-se em um modelo de programação linear cuja formulação ocorre a partir da igualdade que se observa entre o custo social monetário total, correspondente ao problema primal do modelo, e o valor agregado na produção,

correspondente ao seu problema dual. No cálculo do custo monetário social são consideradas as restrições técnicas à produção, a partir das quais são introduzidos critérios de sustentabilidade.

Como exemplo, neste texto será analisado o caso da cultura do milho em duas unidades de produção do município de Ijuí (RS). Um dos sistemas de cultura de milho analisado é praticado em uma unidade de produção patronal, com uma superfície agrícola útil de 172 hectares, a qual pode ser considerada elevada para os padrões da região. Esta unidade de produção patronal apresenta um elevado nível de acumulação, possuindo um parque de máquinas completo (tratores, colhedoras e caminhões), assim como uma grande quantidade de implementos (arados, grades e pulverizadores, entre outros), para a produção de grãos. O uso de insumos químicos é elevado em relação ao usualmente empregado na região. A produção de milho nesta unidade de produção ocupa 20 hectares.

A outra unidade de produção possui mão de obra exclusivamente familiar, dispendo de 30 hectares, o que a situa dentro do padrão de disponibilidade de área dos agricultores familiares da região. A produção de milho ocupa 6 hectares. As principais características técnicas e econômicas da produção de milho nas unidades de produção pesquisadas são mostradas na tabela 1.

**Tabela 1.** Características técnicas e econômicas da produção de milho nas unidades de produção

	Unidade Patronal	Unidade Familiar
Área de milho (ha)	20,00	6,00
Preço do milho (R\$/saca de 60 kg)		70,00
Preço dos herbicidas (R\$/l)		50,00
Preço dos inseticidas (R\$/l)		100,00
Preço do adubo fórmula (R\$/kg)		3,60
Preço da uréia (R\$/kg)		3,00
Rendimento de milho (sacos 60 kg/ha)	100,00	70,00
Produto bruto do milho (R\$)	140.000,00	29.400,00
Consumo intermediário do milho (R\$)	62.233,07	9.570,00
Valor agregado bruto do milho (R\$)	77.766,93	19.830,00
Valor agregado bruto/área de milho (R\$/ha)	3.888,35	3.305,00
Dose de herbicidas no milho (l/ha)	7,5	1,50
Dose de inseticidas no milho (l/ha)	1,18	0,50
Dose de adubo fórmula no milho (kg/ha)	400,00	200,00
Dose de ureia no milho (kg/ha)	300,00	200,00

Fonte: dados da pesquisa

## Resultados e Discussão

Os coeficientes do modelo são mostrados na tabela 2. Observa-se nesta tabela que a unidade de produção patronal emprega uma quantidade de insumos por unidade física de produção de milho superior à empregada pela unidade de produção familiar. Esta última, portanto, é mais eficiente no uso dos insumos do que a unidade patronal, o que torna o sistema de cultura de milho familiar interessante para a promoção de uma transição agroecológica em Ijuí.

**Tabela 2.** Coeficientes do modelo obtidos a partir dos resultados econômicos dos sistemas de produção.

	Unidade de medida	Unidade Patronal	Unidade Familiar
Valor agregado	R\$/tonelada de milho	648,0578	786,9048
Herbicidas	litros/tonelada de milho	1,250000	0,357143
Inseticidas	litros/tonelada de milho	0,197222	0,119048
Adubo	quilos/tonelada de milho	66,666667	47,619048
Uréia	quilos/tonelada de milho	50,000000	47,619048
Outros insumos	R\$/tonelada de milho	46,386667	35,714286
Área	Hectares/tonelada	0,1667	0,2381

Fonte: dados da pesquisa

O problema primal do modelo, que fornece as quantidades a serem produzidas considerando as condições técnicas de produção e a disponibilidade de terra, foi formulado como,

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimizar o custo total} \\
 & 648.05777 \text{ mp} + 786.90476 \text{ mf} + 50 \text{ h} + 100 \text{ i} + 3.6 \text{ a} + 3 \text{ u} + 46.386 \text{ oi} + 35.7143 \text{ oif} \quad (1) \\
 & \text{Sujeito às restrições} \\
 & \text{Demanda de milho) } \text{mp} + \text{mf} \leq 25.2 \quad (2) \\
 & \text{Uso de herbicidas) } -1.25 \text{ mp} - 0.3571 \text{ mf} + \text{h} \geq 0 \quad (3) \\
 & \text{Uso de inseticidas) } -0.1972 \text{ mp} - 0.119 \text{ mf} + \text{i} \geq 0 \quad (4) \\
 & \text{Uso de adubo NPK) } -66.66667 \text{ mp} - 47.619 \text{ mf} + \text{a} \geq 0 \quad (5) \\
 & \text{Uso de ureia) } -50 \text{ mp} - 47.619 \text{ mf} + \text{u} \geq 0 \quad (6) \\
 & \text{Uso de outros insumos no milho patronal) } - \text{mp} + \text{oip} \geq 0 \quad (7) \\
 & \text{Uso de outros insumos no milho familiar) } - \text{mf} + \text{oif} \geq 0 \quad (8) \\
 & \text{Disponibilidade de terra) } 0.66667 \text{ mp} + 0.2384 \text{ mf} \leq 7 \quad (9)
 \end{aligned}$$

Onde,

*mp* = quantidade de milho produzida pela unidade patronal

*mf* = quantidade de milho produzida pela unidade familiar

*h* = quantidade de herbicidas

*i* = quantidade de inseticidas

*a* = quantidade de adubo NPK

*u* = quantidade de ureia

*oip* = outros insumos utilizados na cultura do milho familiar

*oif* = outros insumos utilizados na cultura do milho patronal

A partir do problema primal foi deduzido o problema dual, o qual fornece o preço do milho (que corresponde ao seu custo social), formado de acordo com as condições técnicas de produção de cada sistema de cultura. Este problema dual foi formulado como,

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar o valor agregado } 25.2 \text{ pmil} + 0 \text{ ph} + 0 \text{ pi} + 0 \text{ pa} + 0 \text{ pu} + 0 \text{ poic} + 0 \text{ poif} \quad (10) \\
 & \text{Sujeito às restrições} \\
 & \text{Preço do milho determinado nas condições do sistema patronal)} \\
 & \text{pmil} - 1.25 \text{ ph} - 0.19722222 \text{ pi} - 66.6667 \text{ pa} - 50 \text{ pu} - \text{poip} - 0.16667 \text{ rt} \leq 648.057777 \quad (11) \\
 & \text{Preço do milho determinado nas condições do sistema familiar)} \\
 & 50 \text{ pmil} - 0.357142871429 \text{ ph} - 0.1190476190476 \text{ pi} - 47.619047619048 \text{ pa} - 47.61905 \text{ pu} - \text{poif} - \text{ } \\
 & = 786.904476 \quad (12) \\
 & \text{Preço dos herbicidas) } \text{ph} \leq 50 \quad (13) \\
 & \text{Preço dos inseticidas) } \text{pi} \leq 100 \quad (14) \\
 & \text{Preço do adubo NPK) } \text{pa} \leq 3.6 \quad (15) \\
 & \text{Preço da ureia) } \text{pu} \leq 3 \quad (16) \\
 & \text{Preço dos outros insumos empregados no sistema patronal) } \text{poip} \leq 46.3867 \quad (17) \\
 & \text{Preço dos outros insumos empregados no sistema familiar) } \text{poif} \leq 35.7143 \quad (18)
 \end{aligned}$$

Onde:

$pmil$  = preço do milho

$ph$  = preço dos herbicidas

$pi$  = preço dos inseticidas

$pa$  = preço do adubo NPK

$pu$  = preço da ureia

$poip$  = preço dos outros insumos do sistema patronal

$poif$  = preço dos outros insumos do sistema familiar

$rt$  = renda da terra

O resultado da solução do problema primal é igual à do problema dual, ou seja, o custo total é equivalente ao total do valor agregado (obtido pelo valor dos produtos finais menos as rendas). Isto é mostrado pela expressão (19).

$$\begin{aligned} & \text{Mínimo } 648.05777 mp + 786.90476 mf + 50 h + 100 i + 3.6 a + 3 u + 46.386 oip + 35.7143 oi \\ & = \text{Máximo } 25.2 pmil + 0 ph + 0 pi + 0 pa + 0 pu + 0 poic + 0 poif \end{aligned} \quad (19)$$

Em geral, considera-se desejável a adoção de medidas para aumentar a renda dos agricultores cujos sistemas de produção se mostram mais compatíveis com uma transição agroecológica. A Tabela 3 mostra uma simulação em que os preços dos insumos foram aumentados em 200%, assim como um aumento de 15% do valor agregado bruto por unidade de produto que se encontra no lado direito da expressão (12), que passou de 786,904 para 904,94 R\$/tonelada.

**Tabela 3.** Resultados obtidos a partir do aumento de 200% dos preços dos insumos químicos e 15% do valor agregado bruto do sistema familiar

	Unidade Patronal		Unidade Familiar	
	Simulação (S)	Simulação/ Valor original %	Simulação (S)	Simulação/ Valor original %
Área (ha)	20,00	0,00%	6,00	0,00%
Preço (R\$/saca de 60 kg)	118,37	69,10%	118,37	69,10%
Preço dos herbicidas (R\$/l)	150,00	200,00%	150,00	200,00%
Preço dos inseticidas (R\$/l)	300,00	200,00%	300,00	200,00%
Preço do adubo fórmula (R\$/kg)	10,80	200,00%	10,80	200,00%
Preço da ureia (R\$/kg)	9,00	200,00%	9,00	200,00%
Rendimento (sacos 60 kg/ha)	100,00	0,00%	70,00	0,00%
Produto bruto (R\$)	236.735,71	69,10%	49.714,50	69,10%
Consumo intermediário (R\$)	175.166,40	181,47%	26.910,00	181,19%
Valor agregado bruto (R\$)	61.569,31	-20,83%	22.804,50	15,00%
Valor agregado bruto /área (R\$/ha)	3.078,47	-20,83%	3.800,75	15,00%
Dose de herbicidas (l/ha)	7,50	0,00%	1,50	0,00%
Dose de inseticidas (l/ha)	1,18	0,00%	0,50	0,00%
Dose de adubo fórmula (kg/ha)	400,00	0,00%	200,00	0,00%
Dose de ureia (kg/ha)	300,00	0,00%	200,00	0,00%

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se na tabela 3 que o valor agregado bruto do sistema patronal é inferior ao do modelo com os parâmetros originais, o que indica que este sistema não seria eficiente. No caso do sistema familiar, observa-se na tabela 3 que o aumento do valor agregado corresponde ao aumento fixado na simulação, o que indica que este sistema seria eficiente economicamente nas condições definidas na simulação.

## **Conclusões**

A ICTA permitiu internalizar o custo da adoção do sistema de cultura com menor uso de insumos químicos. Embora neste texto a ICTA tenha sido aplicada apenas a uma cultura isolada, ela permite analisar as condições para uma transição agroecológica considerando o conjunto das atividades de um sistema de produção, ou de vários sistemas de produção presentes em um sistema agrário.

Na ICTA a definição dos preços é feita por uma decisão política da sociedade, a partir das quais são desencadeados os processos econômicos propriamente ditos, como discutido por Silva Neto (2020, p. 45-123).

## **Referências bibliográficas**

ALTIERI, M. **Agroecologia, a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5ª ed. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2004.

HARRIBEY, J.-M., **La richesse, la valeur et l'inestimable. Fondements d'une critique socio-écologique de l'économie capitaliste**. Paris: Les Liens qui Libèrent, 2013.

SILVA NETO, B. **Com Marx, para além de Marx: ensaios sobre riquezas, valores e preços**. Rio de Janeiro: Editora Telha, 2020.