

## Custo-Benefício da Logística Reversa de Embalagens Vazias de Agroquímicos no Brasil

### Cost-Benefit of the Reverse Logistics of Empty Packaging of Agrochemicals in Brazil

Damaris Yanagihara<sup>1</sup>, Cassiano Bragagnolo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São Carlos – Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), Km 110, Bairro do Itinga – 18052-780 - Sorocaba, SP - Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – Professor Doutor do Departamento de Economia – Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), Km 110, Bairro do Itinga – 18052-780 - Sorocaba, SP - Brasil <cassiano@ufscar.br>

#### Resumo

O agronegócio tem se tornado cada vez mais importante na economia brasileira. Dado a crescente discussão acerca dos impactos ambientais do agronegócio no Brasil e o aumento significativo do uso de defensivos agrícolas, observou-se ser de grande importância uma análise dos impactos ambientais e sociais que a destinação correta das embalagens de agroquímicos pode causar. Sendo assim, o principal objetivo deste estudo foi fazer uma análise custo-benefício social e ambiental do processo de recolhimento e direcionamento das embalagens de defensivos agrícolas no território brasileiro. Após os cálculos dos custos e benefícios, constatou-se que tal processo ainda apresenta-se inviável do ponto de vista econômico. Porém, ressalta-se que a falta de dados quantitativos acerca do impacto à saúde e ao meio ambiente poderiam mudar consideravelmente os resultados.

**Palavras-chave:** meio ambiente, pesticidas, disposição de resíduos

#### Abstract

Agribusiness has become increasingly important in Brazilian economy. Given the increasing discussion about the environmental impacts of agribusiness in Brazil and the significant increase in the use of agricultural pesticides, it was observed the big importance of analyze the environmental and social impacts that the correct destination of agrochemical packaging can cause. Therefore, the main objective of this work was to make a social and environmental cost-benefit analysis of the process of collecting and directing the packaging of agricultural pesticides in the Brazilian territory. After calculating the available costs and benefits, it was found that this process is still not economically viable, but it is worth mentioning that the lack of reliable data, such as health and environmental benefits, could change the results.

**Keywords:** environment, pesticides, waste disposal

#### Introdução

Historicamente, o agronegócio vem desempenhando papel central na economia brasileira. O setor do agronegócio envolve atividades relacionadas à produção agrícola e a criação de animais, na qual compreende atividades de cultivo, transporte, estocagem, industrialização e distribuição. O crescimento do produto gerado pela agricultura nas últimas décadas esteve bastante vinculado ao crescimento da Produtividade Total dos Fatores [PTF], dentro da qual o progresso técnico na produção se destaca. Autores como Gasques, Bastos e Bacchi (2008) e Bragagnolo, Spolador e Barros (2010) apontam a importância do progresso técnico no contexto de crescimento do setor agropecuário e atribuem papel fundamental para o uso de técnicas modernas de produção nos resultados do setor nas últimas três décadas, o que inclui o uso em larga escala de agroquímicos.

Pelaez et. al. (2010) e Miranda et. al. (2007) afirmam que o uso intensivo de defensivos agrícolas no Brasil

solidificou-se ao longo dos anos 1970, frente a um ambiente de modernização da agricultura e consolidação de indústrias fornecedoras de insumos de agroquímicos no Brasil, dado o processo de substituição de importações. No período entre 1991 e 2000, o Brasil aumentou o consumo de agrotóxicos em aproximadamente 400%, sendo que a área plantada no mesmo período aumentou apenas 7,5%. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA] divulgou em 2014 estatísticas que apontam uma venda de 508,6 mil toneladas de agroquímicos em todo o território brasileiro apenas no ano em questão.

Segundo Soares e Porto (2007) o aumento do uso de agroquímicos de forma descontrolada e irresponsável pode ser um grande gerador de externalidades negativas, acentuando sérios problemas ambientais e de saúde pública. As externalidades são definidas como efeitos de ganhos ou perdas de um indivíduo (ou grupo de indivíduos) dado atividades de consumo próprio, ou produtivas, que acabam por afetar o bem-estar individual e/ou empresarial. São denominadas externalidades

positivas quando ocorre o ganho de bem-estar sem pagar pelos benefícios marginais acrescidos, e externalidades negativas quando a perda de bem-estar não é compensada por tolerar o dano adicional (Motta, 1997).

Concomitante a este fato, levantou-se a problemática do descarte incorreto das embalagens vazias de agrotóxicos, uma vez que os agricultores podem acabar descartando-as como lixo comum ou até mesmo reutilizando-as sem saber os riscos intrínsecos tanto à saúde quanto ao meio ambiente. Soares e Porto (2008) destacam que os mecanismos de fiscalização para o uso de defensivos agrícolas são comprometidos pela fragilidade das instituições brasileiras, tendo como consequência a ausência de uma regulação baseada em instrumentos econômicos consolidados.

Frente à preocupação cada vez maior com questões ambientais, em 2002 entrou em vigor a Lei Federal n. 9974 de 2000 (BRASIL, 2000), alteração da Lei n. 7802 de 1989 (BRASIL, 1989). Esta lei define como responsabilidade dos usuários de defensivos agrícolas o encaminhamento aos comerciantes das embalagens vazias e estes, por sua vez, direcionarem para os fabricantes, para que dessa forma fosse possível fazer o descarte correto das embalagens e consequentemente evitar grandes perdas e impactos sociais e ambientais. Logo, a lei passa a encarregar cada elo da cadeia de utilização dos defensivos agrícolas a ter a responsabilidade diante do descarte correto, além da necessidade da fiscalização.

Para ter maior controle de um descarte correto, em 2002 foi consolidada a criação do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias [InpEV], na qual tornou-se um meio de prestação de serviços para um bom funcionamento do ciclo de encargos estabelecidos pela legislação aos agricultores, comerciantes e industriais. Assim, foi criado o Sistema Campo Limpo, organizado e regido pelo InpEV, para efetuar a logística reversa das embalagens vazias. Desde a implantação do programa foram recolhidas aproximadamente 382,9 mil toneladas de embalagens de defensivos agrícolas por todo o Brasil (InpEV, 2015).

Observou-se então a necessidade de uma análise custo-benefício do processo de recolhimento e direcionamento das embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil, dada a decisão tomada por parte do governo através da alteração da Lei n. 7802 de 1989. A análise do trabalho mostrou oportuna para que fosse possível ter conhecimento da problemática e dos benefícios a eles implícitos desta tomada de decisão, tornando possível minimizar custos, sistematizar dados e trazer uma maior eficiência para este sistema de recolhimento.

Assim, tendo em vista a problemática do descarte apropriado das embalagens de agroquímicos utilizados na produção agropecuária brasileira, este trabalho

tem por objetivo fazer uma análise custo-benefício do recolhimento e destinação adequada destes resíduos.

## Material e Métodos

Tendo em vista as externalidades negativas causadas pelo descarte incorreto de defensivos agrícolas, o trabalho analisou de forma crítica dados quantitativos, através da análise custo-benefício. Segundo Thomas e Callan (2010), a análise custo-benefício deve-se iniciar através da identificação e da valoração monetária dos custos e benefícios ambientais provenientes da tomada de decisões ambientais.

Para que não ocorram distorções nos resultados a serem analisados, primeiramente foi necessário que os valores estimados para os custos e benefícios foram ajustados para o valor presente, uma vez que uma política ambiental possui efeitos a longo prazo, sendo imprescindível fazer projeções futuras.

O primeiro ajuste no tempo é a determinação do valor presente, sendo ele o responsável pelas estimativas do custo de oportunidade do dinheiro utilizado para a política a ser implementada. O cálculo do valor presente [VP] se dá pelo desconto de um valor futuro [VF], como apresentado na equação 1 (Thomas; Callan, 2010):

$$VP = VF \cdot \left[ \frac{1}{(1+r)^t} \right] \quad (1)$$

onde, r: é a taxa de desconto e t: é o número de períodos.

Segundo Thomas e Callan (2010), a escolha da taxa de desconto é umas das grandes discussões na literatura referente a análise do valor presente. O modo como é selecionada deve levar em consideração o custo de oportunidade social do dinheiro proveniente do setor privado utilizado para manter tais políticas públicas ambientais.

O segundo ajuste necessário foi a correção da inflação, dado as oscilações do nível geral de preços ao longo do tempo. Para tal, os valores monetários dos custos e benefícios devem ser convertidos em seu valor nominal através da eq. 2 (Thomas; Callan, 2010):

$$VN_{\text{período } x+1} = VR_{\text{período } x} (1+p)^t \quad (2)$$

onde, VN: é o valor nominal, VR: é o valor real, p: é a taxa de inflação e, t: é o número de períodos.

Após feitos os ajustes, o valor presente dos benefícios [VPB] e o valor presente dos custos [VPC] foram demonstrados de acordo com a eq. 3 e 4.

$$VPB = \sum [b_t / (1+r_s)^t] \quad (3)$$

$$VPC = \sum [c_t / (1+r_s)^t] \quad (4)$$

onde,  $b_t$ : são os benefícios incrementais reais e  $c_t$ : são os custos incrementais reais.

Para que então fosse possível uma comparação dos custos e benefícios adicionais da política, analisou a viabilidade e a melhor solução desta. Segundo Thomas e Callan (2010), esta medida foi por meio de duas etapas. A primeira etapa refere-se a testar a viabilidade da política, sendo considerado viável se:

$$(VPB-VPC)>0 \quad (5)$$

Ou seja, encontrar o valor presente do benefício líquido [VPBL], caso contrário, os benefícios das propostas mostrar-se-iam menores que os custos, levando a inviabilidade de tal política ambiental adotada.

Após feitos os testes, deve-se selecionar a opção que melhor atende a relação custo-benefício. A regra decisória leva em consideração dois fatores econômicos: a eficiência alocativa e o custo-efetividade (Thomas; Callan, 2010).

i) Para alcançar a eficiência alocativa deve-se maximizar o valor presente dos benefícios líquidos [VPBL], uma vez que proporciona uma maior quantidade de benefícios excedentes à sociedade, através da seguinte fórmula:

$$\text{MAX VPBL} = \sum [(b_t - c_t) / (1 + r_s)^t] \quad (6)$$

ii) Para obter o custo-efetividade deve-se minimizar o valor presente dos custos [VPC], usualmente usado no período ainda de formulação de uma política, na qual já está pré-definido o nível de benefícios ambientais. A minimização se dá por meio de:

$$\text{MIN VPC} = \sum \left[ \frac{c_t}{(1 + r_s)^t} \right] \quad (7)$$

Contudo, o método de análise custo-benefício está sujeito a limitações ao apresentar-se como instrumento de tomadas de decisões. De acordo com Thomas e Callan (2010), as principais restrições foram: A medição em valores monetários dos benefícios que uma política pode trazer; A desconsideração de custos implícitos do processo; A escolha de uma taxa de desconto social, levando em consideração que ela afeta a estimativa dos benefícios e dos custos; A desigualdade dos custos e dos benefícios distribuídos a cada seguimento da sociedade.

Diante disso, apesar das limitações do método de análise custo-benefício, a literatura apresenta tal procedimento como o mais adequado para a análise de gestão de risco na tomada de decisão e averiguação de políticas ambientais.

Para a análise custo-benefício social e ambiental do processo de recolhimento e direcionamento das embalagens vazias de agroquímicos foram utilizados os Relatórios de Sustentabilidade, publicados pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, sendo eles de 2004 a 2015. Todos os dados utilizados para a análise foram retirados deste relatório publicado pela INPEV.

A compilação de dados foi feita pelo instituto, em que se retirou do campo informações advindas das centrais e postos de recebimento de embalagens vazias. Estes estabelecimentos estão presentes em todos os estados do Brasil, com exceção apenas no Amapá.

Para que fosse possível a avaliação dos custos envolvidos no processo de recolhimento, utilizou-se os dados de despesas e investimentos presentes nos Relatórios de Sustentabilidade, em que se encontraram detalhadamente as entradas e saídas, entre muitos outros fatores, envolvidos no sistema. Para análise de benefícios considerou-se levantamentos feitos pela Fundação Espaço Eco em parceria com o InpEV, também presentes nos Relatórios Anuais de Sustentabilidade.

Para a monetização dos benefícios, utilizou-se de uma ponderação dos custos de cada ano analisado pelo custo total de todo o período. Multiplicou-se a quantidade evitada de consumo de barris de petróleo acumulada (único dado presente do último relatório) pela porcentagem ponderada obtida. Desta forma obteve-se a quantidade de barris de petróleo evitada para cada ano, e multiplicou-se pelo preço médio anual do petróleo.

Por fim, foi possível, então, analisar a relação de custos e benefícios econômicos, sociais e ambientais do processo de recolhimento e direcionamento de embalagens de agrotóxicos no Brasil.

## Resultados e Discussão

### Custos da Logística Reversa

Após o levantamento de todos os custos envolvidos na logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas, retirados dos Relatórios de Sustentabilidade publicados pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, pode-se observar que tal processo envolve elevados custos para o seu funcionamento. Estes custos abrangem toda a gestão administrativa, as unidades centrais, postos de recebimento do material, transporte das embalagens até as cooperativas de reciclagem entre outros.

Segundo InpEV (2015), os recursos usados em tal processo foram predominantemente provenientes das contribuições das empresas associadas (74,3%), mas também das taxas de credenciamento dos recicladores do sistema (15,91%), do arrendamento da Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A. (7,7%) entre outros (2,09%). Vale ressaltar que esta contribuição de iniciativa privada, por parte das empresas associadas, tem diminuído, dado a receita que o Sistema Campo Limpo tem gerado.

Desde a implementação da Lei Federal n. 9974 de 2000 (BRASIL, 2000), foram criados mais de 410 postos de recebimento de embalagens. De 2004 a 2015 houve um aumento de 32,56% na quantidade de embalagens

de defensivos agrícolas destinados corretamente para a reciclagem ou incineração, não ficando então a mercê de causar mais problemas sociais e ambientais. Em 2004, 14.825 toneladas foram retiradas do campo, em 2015 foram 45.537 toneladas de embalagens.

Após serem feitos os cálculos necessários, como trazer os custos para o valor presente, e ter deflacionado

a série, para dessa forma ter resultados mais consistentes para a análise, obteve-se os resultados apresentados na Figura 1. Os altos custos iniciais podem estar vinculados principalmente à necessidade de elevados investimentos para a implementação do programa de logística reversa. Observou-se então uma certa estabilidade entre os anos de 2007 e 2010, e um aumento entre 2010 e 2011.

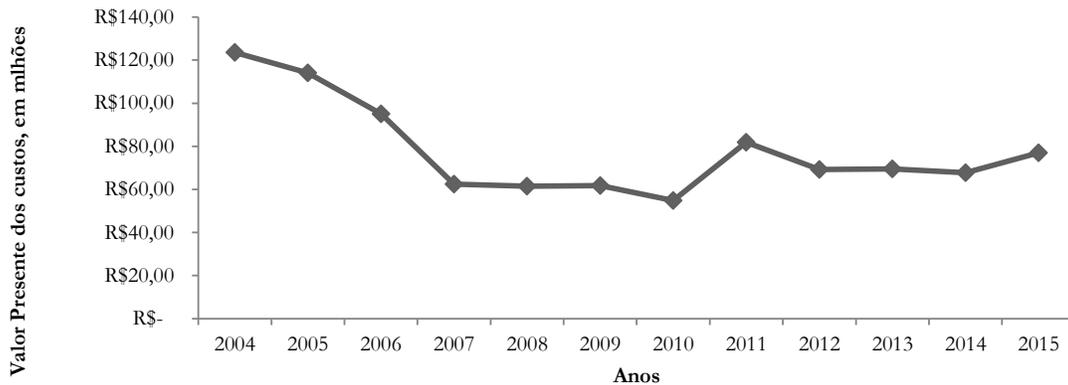


Figura 1. Evolução do valor presente dos custos do processo de logística reversa na agricultura brasileira, 2004 a 2015  
Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

Os custos totais deste processo de logística reversa foram a soma de três despesas principais. Primeiramente, tem-se as despesas com Processos Básicos, que envolveram custos com a ampliação, manutenção e construção de postos e centrais de recebimento de embalagens. Adicionalmente, tem-se custos com o transporte das embalagens que foram recicladas, e com as embalagens que foram incineradas. As despesas com Processos Administrativos e de Infraestrutura diz respeito ao montante destinado a pagamento dos funcionários, gastos com trabalhos voluntários, despesas de depreciação e amortização, serviços terceirizados e questões institucionais. E por fim, as despesas com Processo de Suporte foram concernentes a gastos com questões jurídicas, campanhas, comunicação e *marketing*, desenvolvimento tecnológico.

Houve uma queda significativa dos custos totais nos três primeiros anos de análise. Entre 2006 e 2007 os custos diminuíram 65,63%, equivalente a aproximadamente R\$32.690.005,66. Esta queda se deu principalmente pela diminuição das despesas com processos básicos e despesas com suporte (Tabela 1) vinculadas à redução do gasto com a construção de novos postos de recebimento, com transporte e logística, assim como com pesquisa e desenvolvimento e comunicação. Foi possível observar que ocorre esta queda dado que os primeiros anos de implementação do programa demandaram um maior gasto com infraestrutura.

Após um período de poucas oscilações dos custos, em 2011 observou-se um aumento significativo destes.

Observou que de 2010 para 2011 houve um significativo aumento nas despesas com Processos Básicos e com Processos Administrativos, representando um aumento de, aproximadamente, 60% e 35%, respectivamente. Entre 2012 e 2015 as despesas básicas cresceram 65% (Tabela 1).

A trajetória do aumento dos custos totais do processo não aumentou proporcionalmente a quantidade de embalagens retiradas para o descarte correto (Figura 2). Vale ressaltar que a análise feita apresentou uma trajetória em que os custos totais foram deflacionados e calculados o seu valor presente. Foi possível observar que a quantidade de embalagens destinadas adequadamente cresceu de forma linear ao longo do período. Isso se deve principalmente à expansão da estrutura de recebimento e a logística por todo o país, ao longo do período. Diferentemente do que se esperava, houve a queda dos custos reais deste processo, como explicado anteriormente (InpEV, 2015).

O processo de logística reversa se desenvolveu de forma que com o passar do tempo foi possível encontrar meios de otimização. O retorno das embalagens usadas possibilitou a venda de novos produtos reciclados, viabilizando assim que ao longo dos anos alguns dos custos pudessem ser abatidos por esse ganho. Vale ressaltar que um dos objetivos estabelecidos para tal processo é que a longo prazo este sistema possa ser autossustentável, sem depender de verbas externas.

Tabela 1. Despesas anuais do processo de logística reversa das embalagens na agricultura brasileira, de 2004 a 2015

Ano	Despesas Processos Básicos	Despesas Processos Administrativos e Infraestrutura	Despesa Suporte
----- R\$ -----			
2004	20.900.000,00	6.800.000,00	3.800.000,00
2005	24.630.422,00	5.706.054,00	4.035.122,00
2006	22.680.149,00	7.249.253,00	3.586.593,00
2007	20.719.101,00	4.460.667,00	2.851.520,00
2008	24.183.032,00	4.021.988,00	3.630.682,00
2009	29.773.988,00	4.659.050,00	5.784.233,00
2010	30.415.000,00	5.573.000,00	6.750.000,00
2011	51.009.000,00	15.603.000,00	5.923.000,00
2012	54.807.000,00	19.787.000,00	7.106.000,00
2013	64.210.000,00	22.515.000,00	6.647.000,00
2014	77.192.000,00	26.425.000,00	5.582.000,00
2015	83.673.000,00	27.239.000,00	6.015.000,00

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

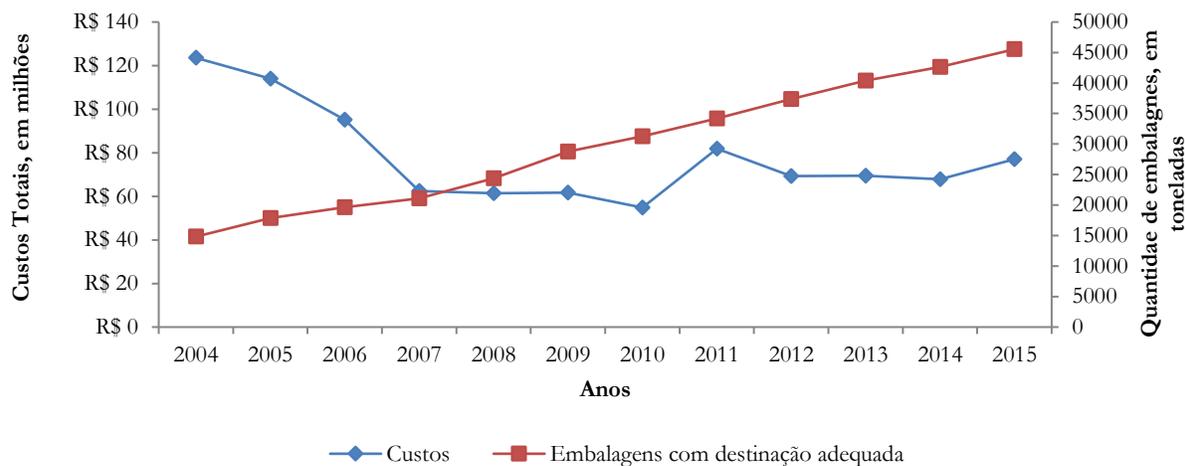


Figura 2. Evolução dos custos totais e da quantidade de embalagens de agrotóxicos descartadas adequadamente, 2004 a 2015

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

### Benefícios da Logística Reversa

Tendo sido proposto uma análise dos benefícios ambientais e sociais vinculados a existência deste processo de logística reversa, os principais transbordamentos positivos puderam ser expressos pela quantidade de embalagens que tiveram uma destinação correta e

pela quantidade de barris de petróleo que deixaram de ser utilizados para produção de novas embalagens de defensivos agrícolas.

Até o final de 2015 mais de 365.078 toneladas de embalagens de defensivos agrícolas tiveram uma destinação correta, seja a reciclagem ou a incineração. A

região brasileira que apresentou uma maior quantidade de recolhimento e destinação adequada foi a região Centro-Oeste (41%), seguida pela região Sul e Sudeste, 27% e 20%, respectivamente (Figura 3). As regiões que apresentaram maior porcentagem de destinação adequada foram aquelas que apresentaram maior número de centrais e postos de recolhimento.

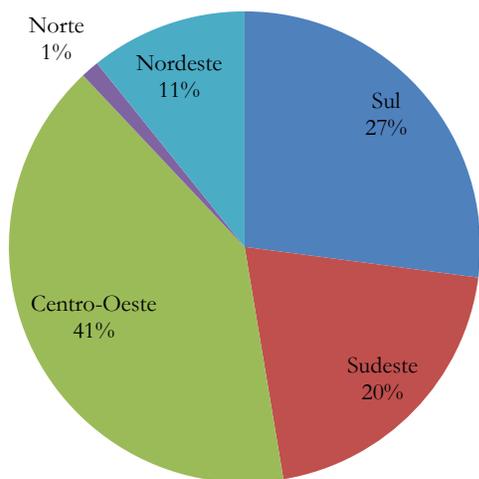


Figura 3. Embalagens com destinação adequada por região (% do total), 2015

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

Desde a implementação do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias e consequentemente da logística reversa, o número de barris de petróleo que deixaram de ser utilizados aumentou consideravelmente (Tabela 2). Ao final de 2015 contabilizou-se aproximadamente 12 milhões de barris de petróleo que não foram usados. Esta não utilização do petróleo foi resultado da implementação do Sistema Campo Limpo, que em uma de suas etapas engloba a reciclagem e gera novos produtos.

A não utilização desta grande quantidade de petróleo para a produção de novas embalagens demonstrou um ganho socioambiental que muitas vezes acaba não sendo contabilizado. Observou-se que tal processo evitou a utilização de uma fonte de recurso não renovável e vulnerável às oscilações dos preços mundiais, além de diminuir o risco ao meio ambiente e à saúde humana.

Comparativamente aos custos, a trajetória do valor presente dos benefícios apresentou maiores oscilações. Isto ocorre devido ao fato dos benefícios serem monetizados a partir do preço do petróleo e da quantidade evitada de barris de petróleo por ano. A trajetória dos preços médios anuais do petróleo e do valor presente dos benefícios apresentaram características semelhantes (Figura 4 e 5).

Tabela 2. Barris de petróleo não utilizados no processo de descarte de embalagens de agrotóxicos no Brasil (quantidade de embalagens/ano), 2004 a 2015

Ano	Barris de Petróleo Não Utilizados
2004	50.913
2005	56.362
2006	59.344
2007	48.701
2008	54.850
2009	69.367
2010	74.734
2011	122.571
2012	136.738
2013	155.926
2014	181.507
2015	188.987
<b>Total</b>	<b>12.00.000</b>

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

Averigou a existência de benefícios ambientais e sociais a partir de uma perspectiva monetária (Figura 4). O preço médio do barril de petróleo em 2008 foi de US\$99,65, tendo uma queda brusca para US\$61,95 em 2009, trazendo grandes oscilações nos benefícios do processo de logística reversa. Observou-se um grande aumento em 2011, dado principalmente o aumento substancial da quantidade evitada de utilização do barril de petróleo pelo aumento do preço deste.

A grande oscilação no preço do petróleo e consequentemente nos benefícios do processo surgem de forma mais acentuada após a explosão da bolha imobiliária norte-americana, que afetou a economia mundial de forma generalizada.

Percebeu então que os benefícios atrelados a tal processo, levando em consideração apenas a quantidade de barris de petróleo que deixaram de ser utilizadas, não capta todos os encadeamentos reais no bem-estar da população e na preservação do meio ambiente. Ressalta-se que existe a dificuldade de monetizar os benefícios, como o impacto real sobre o solo e a melhora do bem-estar na saúde pública, dados que são complexos de serem mensurados.

#### **Análise custo-benefício da Logística Reversa de embalagens de defensivos agrícolas**

Para uma análise custo-benefício da logística reversa em questão, avaliou a viabilidade deste processo, além de sua eficiência alocativa e o custo de efetividade, como apresentado nos métodos anteriormente. A

logística reversa apresentou-se como um processo inviável economicamente, uma vez que o valor presente do benefício líquido [VPBL] foi negativo, atingindo

-R\$828.918.082,30, sendo considerado viável, políticas e processos que apresentem um VPBL > 0.

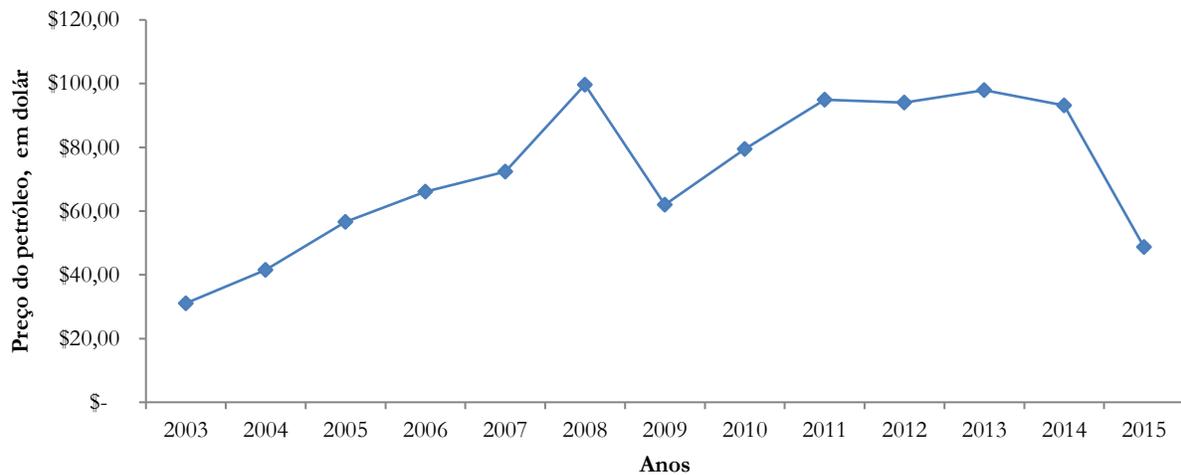


Figura 4. Preços médios anuais do barril de petróleo WTI (FOB) – em dólar (US\$/barril), 2004 a 2015

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

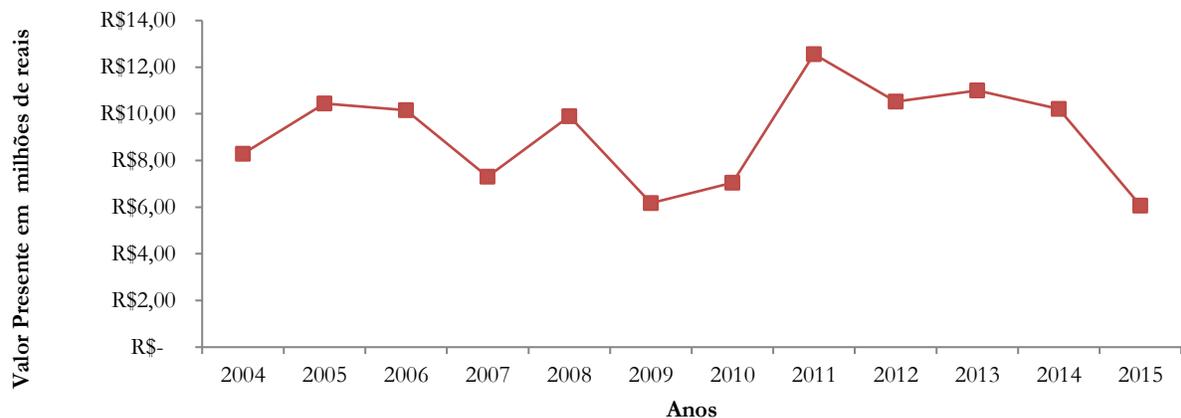


Figura 5. Evolução do valor presente dos benefícios atrelados ao processo de logística reversa no Brasil, 2004 a 2015

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

Embora os resultados tenham apontado a inviabilidade econômica do processo, cabe ressaltar os baixos custos para a destinação final de embalagens de agrotóxicos no Brasil quando comparados a outros países. De acordo com Faria e Pereira (2012), em 2007, os custos da destinação final de embalagens plásticas lavadas eram de US\$1,53/Kg no Canadá, US\$1,16/Kg nos Estados Unidos, US\$1,39/Kg na Alemanha, US\$1,12/Kg na Austrália e de US\$2,18/Kg na França 2,18, enquanto no Brasil eram de US\$0,22/Kg. Os autores argumentam que os custos brasileiros são mais baixos devido ao fato de que em outros países as embalagens são retiradas no local de uso, enquanto no Brasil o produtor é obrigado a devolvê-las, o que reduz o custo da logística reversa.

Para a averiguação da eficiência alocativa e de custo-efetividade o Barris de Petróleo Não Utilizados

foram maximizados e o valor presente dos custos foi minimizado. Como pode ser observado na Tabela 3, tal processo ainda apresenta baixa eficiência alocativa, uma vez que os benefícios excedentes a sociedade ainda são ínfimos frente aos custos envolvidos no processo.

Desta forma, após todo o levantamento e a análise dos benefícios e custos envolvidos no processo de recolher e direcionar corretamente as embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil, observou-se alguns entraves. Os custos de todo o processo ultrapassam significativamente os benefícios em termos monetários. Porém, vale ressaltar que, qualitativamente tal processo de logística reversa é de suma importância, dado os riscos que as embalagens destinadas de forma incorreta podem trazer a sociedade e ao meio ambiente.

Tabela 3. Eficiência alocativa e custo efetividade na logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil, 2004 a 2015

Ano	Valor Presente dos Benefícios Líquidos Máximo	Valor Presente dos Custos Mínimo
	----- R\$ -----	
2004	- 15.269.094,72	123.558.057,93
2005	- 91.490.758,98	100.709.948,76
2006	- 66.270.895,63	74.191.857,27
2007	- 37.976.814,41	43.005.104,17
2008	- 31.352.625,87	37.371.860,46
2009	- 29.841.096,26	33.161.552,13
2010	- 22.678.476,17	26.021.018,76
2011	- 29.052.372,98	34.315.976,22
2012	- 21.734.582,54	25.631.820,30
2013	- 19.122.226,86	22.719.906,16
2014	- 16.620.150,91	19.566.941,35
2015	- 18.089.171,92	19.636.748,65
Total	- 499.498.267,25	559.890.792,16

Fonte: Adaptado de InpEV (2015)

### Conclusão

Com o crescimento da importância do agronegócio na economia brasileira, houve o aumento da necessidade do uso de insumos que tornassem a produção mais eficiente e rentável. Observou-se então um aumento expressivo no uso de fertilizantes e agroquímicos.

Dado a crescente discussão acerca dos impactos ambientais do agronegócio brasileiro e o aumento significativo do uso de defensivos agrícolas, observou-se ser de grande importância uma análise dos impactos ambientais e sociais que a destinação correta das embalagens de agroquímicos podem causar.

Após os levantamentos e cálculos dos principais custos e benefícios mensuráveis envolvidos no processo de recolhimento e direcionamento de embalagens de defensivos agrícolas, constatou-se que quase 12 milhões de barris de petróleo deixaram de ser utilizados. Porém, o cálculo do valor presente do benefício líquido foi negativo, atingindo -R\$828.918.082,30, evidenciando a inviabilidade de tal processo.

Os indicadores de viabilidade e eficiência econômica expostos no presente trabalho demonstraram que o processo de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil não apresenta-se viável e possui baixa eficiência. Tais resultados estão vinculados a problemática de altos custos presente no processo.

Qualitativamente, tal processo de logística reversa é de suma importância, dado os riscos que as embalagens destinadas de forma incorreta podem trazer a sociedade

e ao meio ambiente. Sendo assim, mesmo que em termos monetários os benefícios apresentem-se abaixo dos custos, o processo é necessário, principalmente por colocar em risco a saúde humana.

Como limitação deste estudo, ressalta-se que o único benefício levado em consideração foi o da reciclagem das embalagens, não considerando-se outros benefícios diretos ou indiretos. Assim, não realizou-se, por exemplo, uma mensuração detalhada, em termos monetários, dos benefícios à saúde da população e da redução da contaminação do meio ambiente advindos da destinação correta das embalagens. Tal valoração dos benefícios ambientais, poderia mudar drasticamente os resultados da análise custo-benefício obtidos neste estudo. Entende-se que os maiores benefícios da destinação correta de embalagens de agroquímicos estão, justamente, nestes dois itens. Estes não foram considerados, porém, devido à falta de dados confiáveis para a mensuração de uma eventual mudança na contaminação ambiental devido ao descarte inadequado das embalagens e devido à falta de informação sobre doenças causadas pelo descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos no período anterior e posterior ao programa.

Sugere-se para futuras pesquisas uma análise custo-benefício do processo de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil a partir do cálculo dos benefícios advindos dos lucros e vendas das embalagens recicladas. Além disso, seria de grande valia incluir outros benefícios adicionais, além do da reciclagem, no cálculo da análise custo-benefício.

## Referências

- Bragagnolo, C.; Spolador, H.F.S.; Barros, G.S.C. 2010. Regional Brazilian agriculture TFP analysis: a stochastic frontier analysis approach. *Revista Economia* 11(4): 217-242. Disponível em: <[http://www.anpec.org.br/revista/vol11/vol11n4p217\\_242.pdf](http://www.anpec.org.br/revista/vol11/vol11n4p217_242.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2016.
- BRASIL, 1989. Lei n. 7802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 12 jul. 1989. Seção 1, p. 11459. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- BRASIL, 2000. Lei n. 9974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei n. 7802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 07 jun. 2000. Seção 1, p. 109. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index./2000&jornal=1&pagina=109&totalArquivos=128>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA]. 2017. PIB do agronegócio brasileiro. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 23 dez. 2017.
- Faria, A.C.; Pereira, R.S. 2012. O Processo de Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos: um estudo de caso sobre o INPEV. *Organizações Rurais & Agroindustriais* 14(1): 127-141. Disponível em: <<http://revista.dae.ufpa.br/index.php/ora/article/view/462/347>>. Acesso em 01: mar. 2018.
- Gasques, J.G.; Bastos, E.T.; Bacchi, M.R. 2008. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. p. 435-459. In: De Negri, J.A.; Kubota, L.C. Políticas de incentivo à inovação tecnológica. Brasília. IPEA, Brasília, Brasil. Disponível em: <[http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo11\\_27.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo11_27.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2016.
- Instituto Nacional de Embalagens Vazias [inpEV]. 2015. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/saiba-mais/publicacoes/relatorio-de-sustentabilidade>>. Acesso: 20 mar. 2016.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA]. 2016. Agrotóxicos. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#historicodecomercializacao>>. Acesso: 20 set. 2016.
- Miranda, A.C. de; Moreira, J.C.; Carvalho, R. de; Peres, F. 2007. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* 12(1): 7-14. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232007000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- Motta, R.S. 1997. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. IPEA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <[http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2012/12/21-manual\\_20serroa\\_20motta-2.pdf](http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2012/12/21-manual_20serroa_20motta-2.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- Pelaez, V.; Terra, F. H. B.; Silva, L. R. da. 2010. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. *Revista de Economia* 36(1): 27-48. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/re.v36i1.20523>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- Rocha, J.M. 2004. A ciência econômica diante da problemática ambiental. *Redes* 9(3). Disponível em: <[http://www.ucs.br/site/midia/arquivos/IPES\\_TD\\_009\\_JUL\\_2004.pdf](http://www.ucs.br/site/midia/arquivos/IPES_TD_009_JUL_2004.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2017.
- Rodrigues, W.; Barbosa, G.F. 2011. Custos ambientais da produção da soja em áreas de expansão recente nos cerrados brasileiros: o caso de Pedro Afonso - TO. *Custos e Agronegócios online* 7(3): 93-114. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v7/custos%20ambientais.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- Soares, W.L.; Porto, M.F. 2008. Aspectos teóricos e práticos associados à decisão de uso de agrotóxicos: Uma abordagem integrada entre agricultura, meio ambiente e saúde pública. In: XLVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. Anais do XLVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/733.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.
- Soares, W.L.; Porto, M.F. 2007. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva* 12(1): 131-143. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100016>>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- Thomas, J.M.; Callan, S.J. 2010. *Economia Ambiental: Aplicações, políticas e teoria*. 6ed. Cengage Learning, São Paulo, SP, Brasil.