

## A DESTINAÇÃO FINAL DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS: UM ESTUDO DE CASO POR MEIO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Ariane Braga Oliveira (\*), Sandro Donnini Mancini

\* Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp. E-mail: ariane.braga.12@gmail.com

### RESUMO

A agricultura no Brasil é um dos pilares da economia e representou, apenas em 2016, 23% do Produto Interno Bruto (PIB). É notória a importância desse setor e, por esse motivo, investimentos em maquinário e tecnologias para aumentar a produtividade no campo se faz necessário. Um desses recursos, por exemplo, é a utilização de agrotóxicos no combate das pragas e com o intuito de favorecer o crescimento de culturas. Em 2009, o Brasil chegou a liderança no consumo desse tipo de produto. Contudo, essa marca traz consigo diversas preocupações que vão desde contaminações alarmantes do solo e corpos d'água que possam atingir a saúde humana e animal, até a administração adequada das embalagens já utilizadas. Essas embalagens se tornaram um problema, pois geralmente eram abandonadas em lugares inadequados provocando reveses ambientais. No ano de 2000, entrou em vigor uma lei que regulamentou a logística reversa para tratar esses invólucros, apontando que eles fossem entregues em postos e centrais de recebimento e depois encaminhados para incineradoras ou recicladoras. Porém, esse novo tratamento trouxe consigo outros impactos ambientais, principalmente aqueles ligados ao transporte que ocorre para a entrega das embalagens. Este presente trabalho teve como objetivo analisar e propor cenários que proporcionassem uma diminuição desses impactos. Para isso visitou-se uma central de recebimento localizada na cidade de Piedade/SP, onde se fez o levantamento do inventário das embalagens entregues no posto de Itapetininga/SP, conveniado a esse central. Com esses dados foi realizada uma avaliação do ciclo de vida dessas embalagens e realizadas simulações, com o auxílio do *software* SimaPRO®. O resultado das simulações apontaram que o modelo atual de destinação final das embalagens não é o mais apropriado e que todos os cenários propostos no presente trabalho conseguem reduzir as categorias de impacto, no mínimo em 19,8% no aquecimento global, 91,8% na depleção da camada de ozônio, 66,2% na acidificação, 72,5% na eutrofização e 38,3% na energia não-renovável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística reversa, avaliação do ciclo de vida, embalagens de agrotóxicos, resíduos sólidos.

### ABSTRACT

Agriculture in Brazil is one of the pillars of the economy and represented 23% of Produto Interno Bruto (PIB), only in 2016. The importance of this sector is well-known and, for this reason, investments in machinery and technologies to increase productivity in the countryside are necessary. One of these resources, for example, is the use of pesticides in the fight against pests and with the aim of favoring the growth of crops. In 2009, Brazil reached the lead in the consumption of this type of product. However, this brand brings with it diverse concerns ranging from alarming soil contamination and water bodies that can reach human and animal health, to the proper management of already used packaging. These packages became a problem because they were generally abandoned in inadequate places causing environmental setbacks. In 2000, a law regulating reverse logistics was introduced to address these investments, pointing out that they were delivered to receiving stations and centrals and then sent to incinerators or recyclers. However, this new treatment has brought with it other environmental impacts, especially those related to transportation that occurs for the delivery of the packages. This study aimed to analyze and propose scenarios that would provide a reduction of these impacts. For this purpose, a reception center was located in the city of Piedade / SP, where it was surveyed the inventory of packages delivered at the Itapetininga / SP station, which was contracted to this central. With these data a life cycle assessment of these packages was carried out and simulations were carried out, with the aid of SimaPRO® software. The results of the simulations indicated that the current model of final destination of the packaging is not the most appropriate and that all the scenarios proposed in the present work can reduce the impact categories, at least 19.8% in global warming, 91.8% in the depletion of the ozone layer, 66.2% in acidification, 72.5% in eutrophication and 38.3% in non-renewable energy

**KEY WORDS:** Reverse logistics, life cycle assessment, agrochemical packaging, solid waste

## INTRODUÇÃO

O agronegócio é um dos setores com maior destaque na economia brasileira e alcança aproximadamente 23% do Produto Interno Bruto (PIB) (CNA, 2016). Para manter esse destaque muitos investimentos são feitos nesta área como: aquisições de maquinários, investimento em insumos e pesquisas para desenvolvimentos de produtos de qualidade.

Um dos recursos mais empregados para aumentar a produtividade no campo é o uso de agrotóxicos, pois auxilia em um combate ou controle eficiente de microorganismos, animais e plantas que atacam culturas. Esses agrotóxicos são produtos que contêm moléculas sintetizadas que atacam as reações bioquímicas das pragas que atingem as lavouras, mas infelizmente alguns processos químicos são comuns a outros organismos e esse efeito pode atingir outros seres vivos e não somente aquilo que se quer eliminar (SPADOTTO et al, 2004).

Assim o agrotóxico pode provocar perturbações ao meio ambiente que vão desde contaminações indesejada de corpos de água, solo e seres vivos, até impactos ambientais gerados pelo descarte incorreto de embalagens vazias. O gerenciamento dessas embalagens é importante, pois após o uso elas podem conter restos do ativo bioquímico. Conforme a NBR 10004, esse resíduo sólido é considerado perigoso, pois oferece algum nível de periculosidade real ou potencial à vida humana ou aos organismos vivos.

O que fazer com as embalagens de agrotóxicos pós consumo sempre foi um problema. Até o ano 2000, os agricultores poderiam incinerar ou aterrar esses invólucros, desde que observassem as informações que continham nas bulas desses resíduos (BRASIL, 1990). Mas infelizmente nem todos seguiam essas orientações e muitos abandonavam os invólucros perto de corpos d'água, o que acarreta a uma eminente contaminação por levar restos de resíduos perigosos, contidos nas embalagens, para outras localidades (CARVALHO, NODARI, NODARI, 2017).

Com o intuito de amenizar, ou até mesmo extinguir a contaminação do homem e do meio ambiente, causados pelo manejo inadequado, foi necessário criar uma lei - nº 9.974/00 que estabeleceu que todas as embalagens de agrotóxicos utilizadas dentro do território nacional são consideradas perigosas e, por isso, devem passar por um processo específico de destinação. Ainda conforme a lei, o manejo adequado desses resíduos deve ser realizado pela indústria fabricante de agrotóxicos.

Assim, as indústrias químicas se uniram e criaram, em 2002, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV) que desde então, gerencia a logística reversa (LR) dessas embalagens. Seguindo algumas normas vigentes e as leis citadas anteriormente, o inpEV criou uma rede de gerenciamento das embalagens, como mostra a Figura 1.

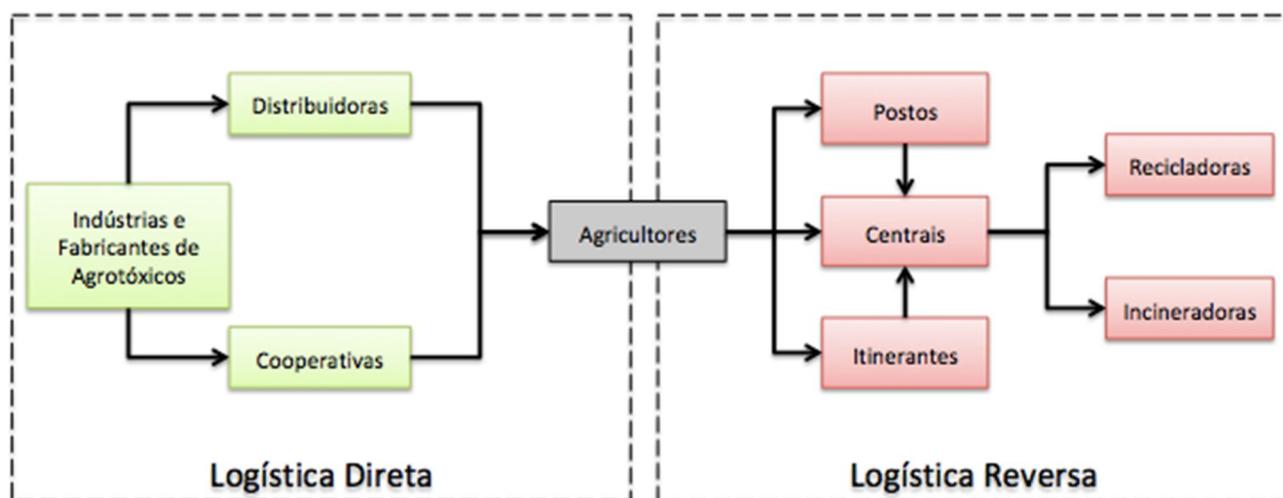


Figura 1 - A logística das embalagens de agrotóxico no Brasil (confeccionado pela própria autora)

O agricultor é a etapa final da logística direta, pois a finalidade da indústria é o uso do agrotóxico, e o início da LR, pois ele que inicia a etapa de destinação. Nesse processo todos têm um papel importante para que a embalagem tenha um destino adequado. Após o uso do agrotóxico, o agricultor leva as embalagens para um ponto de recolhimento (posto de recolhimento, central de recebimento ou recebimento itinerante) que foi previamente indicado no momento da compra pela cooperativa ou pela distribuidora. Os postos e os itinerantes separam as embalagens em contaminadas e não contaminadas e as encaminham para a central. Na central as embalagens não contaminadas são separadas em: papelão, metais, polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD) e polipropileno (PP). As embalagens não contaminadas são direcionadas para recicladoras enquanto as contaminadas são enviadas para a incineração. É importante ressaltar que a prensagem dessas embalagens só é realizada na central. Tanto os postos quanto os itinerantes levam as embalagens para a central sem prensar.

## OBJETIVO

Fazer uma avaliação do ciclo de vida (ACV) das embalagens vazias de agrotóxicos entregues ao posto de recolhimento da cidade de Itapetininga/SP, no ano de 2013, com o auxílio do Software SimaPRO® e, também, simular alguns cenários que possam reduzir os impactos causados pela disposição final empregada atualmente.

## METODOLOGIA

Este trabalho fez uma investigação para compreender melhor o processo empregado com as embalagens de agrotóxicos utilizadas pela comunidade rural de Itapetininga/SP, município que fica aproximadamente a 170 km da capital.

Foi realizada uma revisão na literatura, em especial, o estudo das leis nº 9.974/00 e nº 12.305/10 que instituem ações sobre os agrotóxicos e regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), respectivamente.

Para fazer a ACV, foram necessários os dados referentes aos transporte e quantidade recolhida pela cidade. Essas informações foram coletadas na central de recebimento que fica na cidade de Piedade/SP, responsável pelo posto de recolhimento de Itapetininga.

Para atingir o objetivo desse trabalho foram propostos cenários para que fossem simulados no SimaPRO®. Foi utilizado o software para estudar os impactos causados pela Logística Reversa (LR), atualmente empregada com as embalagens pelo Instituto Nacional de Processamento das Embalagens Vazias (inpEV).

As decorrências de cada uma das proposições dessa metodologia serão brevemente descritas nos itens seguintes.

- **Coleta de dados**

O próximo passo para o desenvolvimento dessa pesquisa foi a visita a central de Piedade/SP que é responsável pelo gerenciamento do posto Itapetininga. Na conversa com a gerente foi possível conhecer melhor o processo já descrito e, também, obter os dados da quantidade de embalagem por material, localidade para onde são enviados para reciclagem e incineração e número de viagens realizadas entre o posto e a central e entre central e pontos de destinação. Um dado que podemos destacar é que, no ano de 2013, foram realizadas 34 viagens entre Itapetininga e Piedade.

- **Cenários**

Na sequência, foram criados cenários que propõe situações com logísticas reversas que foram analisadas com o auxílio do SimaPRO®. Na Tabela 1, pode-se observar que, além de variar o manejo realizado com as embalagens, também foi alterado a quantidade de transporte realizado.

É importante ressaltar que todos os cenários planejados para esse trabalho não podem ser empregados atualmente, pois esse tipo de manejo está estritamente engessado dentro de normas da NBR 14.719:2001 e NBR 14.935:2003. As propostas do presente trabalho são exatamente para avaliar os procedimentos dados normas do ponto de vista de aspectos ambientais.

**Tabela 1 - Esquema considerado para os cenários x a logística reversa utilizada atualmente**

Fonte: próprios autores

	LR Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Transporte Agricultor/Posto	X	X	X	X
Transporte Posto/Central	X			
Transporte para Reciclagem	X	X		
Transporte para Incineração	X	X	X	
Transporte para Aterro				X
Processo de Reciclagem	X	X		
Processo de Incineração	X	X	X	
Processo de Aterramento				X
Prensagem das Embalagens	Na Central	No Posto	No Posto	No Posto

**Cenário 1:** Neste primeiro cenário foi proposto que as embalagens fossem depositadas no posto de Itapetininga e, como já praticado, elas deverão ser separadas e enviadas aos seus pontos de destinação. A entrega pode ocorrer quando acontecer uma das seguintes seguintes situações primeiro: ou embalagens já prensadas de um determinado tipo atingirem o peso de 13 ton ou quando o tempo da a primeira carga da embalagem completar um ano no depósito. Essas entregas vão diretamente para os pontos de reciclagem ou incineração conforme é feito atualmente, mas visando dirigir os resíduos para localidades mais próximas do posto.

**Cenário 2:** Neste panorama todas as embalagens serão incineradas com recuperação de energia. Então propõe-se que o agricultor leve as embalagens para o posto e lá elas são prensadas e esperam o transporte quando atingirem 13 ton.

**Cenário 3:** O último cenário proposto foi a utilização de aterros sanitários como a última etapa de disposição final. Os agricultores entregaram as embalagens no posto, elas serão prensadas e encaminhadas para o local de aterro. Como Itapetininga é uma das cidades com o maior PIB agrícola do estado, a recomendação desse cenário seria ter um aterro próximo a cidade.

## DISCUSSÃO E RESULTADOS

A ACV realizada considerou os dados das embalagens entregues no posto de Itapetininga durante o ano de 2013. Para montar o inventário foram utilizados os dados da base Ecoinvent® e para Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV), foi empregada a metodologia a Environmental Product Declaration - EPD 2007, pois proporciona uma avaliação dos aspectos ambientais relevantes para esse trabalho que estão categorizados em: aquecimento global, energia não renovável, depleção da camada de ozônio, eutrofização e acidificação.

**Tabela 2 - Os impactos de cada cenário e LR atual**

Fonte: própria autora com base nos dados fornecidos pelo *Software SimaPRO®*

Categorias de Impacto	Unidade	LR atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Aquecimento global	kg CO <sub>2</sub> eq	1,31e+05	4,44e+04	4,84e+04	1,05e+05
Depleção da camada de ozônio	kg CFC-11 eq	1,27e-02	4,31e-04	1,04e-03	4,92e-04
Acidificação	kg SO <sub>2</sub> eq	6,13e+02	1,86e+02	2,07e+02	1,97e+02
Eutrofização	kg po <sub>4</sub> ... eq	1,13e+02	1,92e+01	2,37e+01	3,11e+01
Energia não renovável	Mj eq	3,00e+06	1,78e+06	1,85e+06	1,80e+06

A Tabela 2 apresenta a comparação entre os cenários propostos e a LR atual. Pode-se observar que a logística realizada atualmente com as embalagens possui os maiores valores de impacto em todas as categorias.

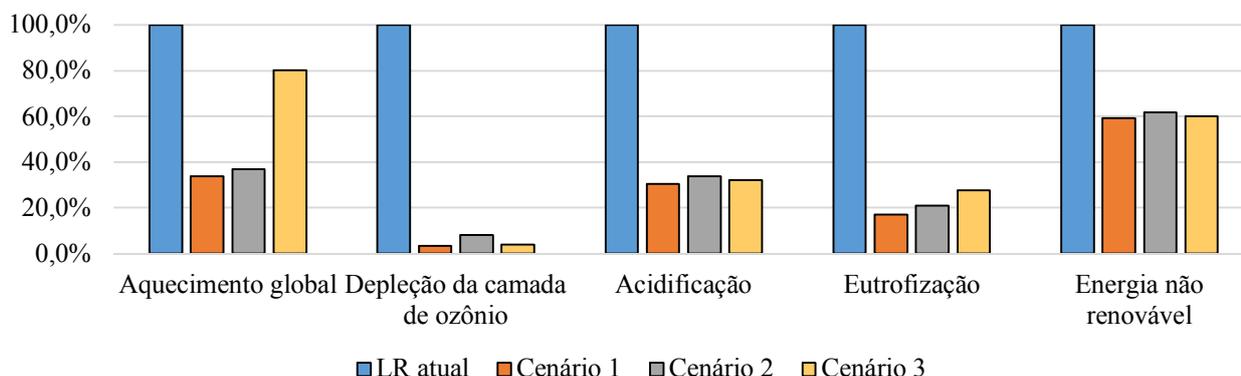
Para uma melhor visualização dos dados obtidos nas comparações entre os cenários e os impactos (Tabela 2) o maior valor será considerado 100% e os outros serão proporcionais a este, como observa-se na Tabela 3 e no Gráfico 1.

**Tabela 3 - Os impactos de cada cenário e LR atual**

Fonte: própria autora

Categorias de impacto	LR atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Aquecimento global	100,0%	33,9%	36,9%	80,2%
Depleção da camada de ozônio	100,0%	3,4%	8,2%	3,9%
Acidificação	100,0%	30,3%	33,8%	32,1%
Eutrofização	100,0%	17,0%	21,0%	27,5%
Energia não renovável	100,0%	59,3%	61,7%	60,0%

## Categorias de Impacto



**Gráfico 1 - Categorias de impacto x cenários (fonte: própria autora)**

Na categoria de aquecimento global observa-se que, com a retirada do transporte entre posto e central e a diminuição de transporte com a prensagem no posto, o cenário 1 já apresenta uma melhora de 66,1%, a incineração (cenário 2) reduz 63,1% e o aterramento (cenário 3) tem um desempenho pior em relação aos outros cenários, mas apresentando uma melhora de 19,7%, em relação ao processo atual.

A depleção da camada de ozônio é a categoria que mais chama a atenção pela redução drástica dos impactos causados pelas disposições propostas. As reduções são maiores que 90%, em todos os cenários.

Na acidificação os valores de redução dos três cenários ficam em torno de aproximadamente 66%. Na energia não renovável o panorama é semelhante sendo que os valores giram em torno de um decrescimento de 40% de impactos causados.

Na categoria de eutrofização, o aterramento apresenta novamente um ganho ambiental menor em relação aos outros cenários. O impacto do cenário 1 é 10,5% menor que o causado pelo cenário 3.

Em média, o cenário 1 apresenta uma redução de 71,2% dos impactos, enquanto nos cenários 2 e 3, a redução média é de 67,7% e de 59,3%, respectivamente, em comparação com o cenário atual.

## CONCLUSÃO

É importante que existam normas e técnicas que regulamentem o manejo e a disposição de embalagens de forma apropriada. Mas elas devem visar os diversos aspectos envolvidos como o social, o econômico e o ambiental.

No presente trabalho o aspecto ambiental foi o norte dessa investigação que verificou que a LR atualmente empregada pode não ser a mais adequada para o caso das embalagens utilizadas no município de Itapeninga.

Apesar do município ficar relativamente próximo a indústrias de incineração e de reciclagem, todas as embalagens devem ser enviadas para um outro depósito (central), para depois seguirem para a destinação final. O que eleva substancialmente a quantidade de transporte entre postos e centrais. Outro fator que também contribui para o número de viagens realizadas entre os dois pontos mencionados anteriormente é que as embalagens nos postos não podem ser prensadas, e isso limita a carga que os caminhões podem comportar: aproximadamente 1000 kg de embalagens não prensadas e 13 toneladas de embalagens prensadas, evidentemente a não compactação aumenta significativamente o número de viagens realizadas.

Para o caso estudado neste trabalho, todos os cenários propostos seriam melhores que a LR atual. Sendo o aterramento o menos indicado por possuir uma taxa elevada de impactos na categoria de aquecimento global. A reciclagem (cenário 1) continua sendo uma boa opção desde que o processo seja descentralizado. A incineração é um processo que se deve estudar melhor, pois o custo financeiro para esse tipo de tratamento, em geral é alto.

Os próximos passos para a continuação deste trabalho é estender o mesmo estudo para outras cidades que estão ligadas a central de Piedade e verificar como se comportam os cenários propostos em outras regiões do estado de São Paulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil. **Decreto nº 98.816, de 11 janeiro de 1990**. Diário Oficial da União, Brasília, 1990.
2. Brasil. **Lei nº 9.974, de 06 junho de 2000**. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.
3. Brasil. **Lei nº 12.305, de 02 agosto de 2010** – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília. 2010.
4. Carvalho, de M. M. X; Nodari, E. S.; Nodari, R. O. **“Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina**, Brasil, 1950 – 2002. V. 24, nº1, 2017.
5. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. **PIB e performance do agronegócio**. Brasília, 2016.
6. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. São Paulo, 2016.
7. NBR 10004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2004.
8. Spadotto, C. A.; Gomes, M. A. F.; Luchini, L. C.; Andrea, M. M. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.