

Marcos regulatórios e inovação no transporte rodoviário de produtos perigosos: o caso das embalagens vazias de agrotóxicos

Marne Lieggio Junior¹; Luiz Guilherme de Oliveira²; Sérgio Ronaldo Granemann³

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar a inovação provocada pelos marcos regulatórios na logística do transporte rodoviário de produtos perigosos, especificamente na logística das embalagens de agrotóxicos. O quadro teórico de referência aborda a Teoria da Inovação, a questão de marcos regulatórios, riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos e o necessário uso de rotinas. A metodologia utilizada na confecção do trabalho teve caráter exploratório, baseando-se em revisão bibliográfica e nas práticas operacionais de mercado. Os resultados da pesquisa mostraram que, ao adaptar-se às novas exigências legais do ambiente institucional em que se insere, a cadeia logística reversa de embalagens de agrotóxicos produziu inovações em seu processo, utilizando-se de “recursos produtos não-utilizados”, rotinas e lições aprendidas em sua trajetória tecnológica.

Abstract: The objective of this study is to analyze the innovation caused by the regulatory framework in the logistics of transport of dangerous goods, specifically in the logistics of packing of pesticides. The theoretical frame of reference addresses: a Theory of Innovation, the question of regulatory framework, risks in road transport of dangerous goods and necessary use of routines. The methodology used in making the work was exploratory character, based on literature review and the operational practices of the market. The survey results showed that by adapting to new legal requirements of the institutional environment which includes the reverse supply chain of packaging for pesticides produced innovations in their process, applying unused productive resources (waste), routines and lessons learned in its history technology.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Possas (2006), os estudos sobre inovação desenvolveram-se principalmente a partir da segunda metade do século XX. Os marcos iniciais dessas discussões podem ser considerados as definições de Schumpeter (1997) de ciclo econômico e destruição criadora. Embora aquele autor não utilizasse o termo inovação, discutiu o desenvolvimento econômico pela recombinação de recursos.

Nessa perspectiva, a inovação caracteriza-se como uma aplicação comercial ou industrial de algo novo que pode ser um novo produto, serviço, processo, método de produção, mercado, fonte de suprimentos ou, ainda, uma nova forma de organização de negócios, comercial ou financeira. Assim, a inovação e a atividade empreendedora são fatores de desequilíbrio da economia, fazendo-a funcionar em ciclos, cuja sequência caracteriza o crescimento econômico, denominado de *desenvolvimento* por Schumpeter (1997).

A busca constante de ampliação dos limites das em-

presas pode fazer com que algumas organizações, em determinados setores, tenham rendimentos crescentes, degenerando as condições de livre concorrência e ocasionando falhas de mercado. Em outros termos, o livre mercado econômico nem sempre contribui para a eficiência do sistema econômico e, ainda, pode comprometer o objetivo público defendido pelo Estado, que é o bem-estar da sociedade. É com este princípio que o Estado regula as relações entre as organizações, em determinados setores, impondo limites ou incentivos com o fito de aumentar a eficiência econômica como um todo, ou seja, não permitindo que ocorra um excessivo desequilíbrio em favor de uma ou de um número reduzido de organizações.

Na atual conjuntura do setor de prestação de serviços de transporte rodoviário de produtos perigosos (TRPP), as empresas movimentam-se de forma cada vez mais intensa no sentido de ampliar suas próprias fronteiras em detrimento dos concorrentes. Por outro lado, a cadeia logística de produtos perigosos é fortemente regulada, para se obter níveis adequados de segurança em todos os seus elos e para todos os atores. Com isso, as inovações desencadeadas pelos marcos regulatórios permitem não somente as empresas adquirirem vantagens competitivas de mercado, como também contribuem para a geração de ambientes de tráfego mais seguros e eficientes.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é analisar a inovação provocada pelos marcos regulatórios na logística do transporte rodoviário de produtos perigosos, mais especificamente na logística das embalagens de agrotóxicos.

¹ Marne Lieggio Junior, Pós-Graduação em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. (e-mail: marnejr@gmail.com).

² Luiz Guilherme de Oliveira, Pós-Graduação em Administração, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. (e-mail: lgoliveira@unb.br).

³ Sérgio Ronaldo Granemann, Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. (e-mail: sergiog@unb.br).

Para tanto, este artigo foi dividido em seis itens, incluindo esta introdução. No item 2, é apresentada uma visão geral do entendimento da Teoria da Inovação, relacionando-a à necessidade de regulação do TRPP. No item 3, discorre-se sobre os marcos regulatórios e riscos no TRPP. No item 4, aborda-se a metodologia de pesquisa utilizada na confecção deste artigo, e, finalmente, no item 5, são descritas as conclusões e recomendações finais.

2. ENTENDIMENTO DA TEORIA DA INOVAÇÃO

A Teoria da Inovação é discernida pela visão “schumpeteriana” de regulação e inovação; pelo entendimento da teoria de inovação em serviços; e pela importância dos “recursos produtos não-utilizados” (resíduos), rotinas, trajetória tecnológica e ambiência no contexto inovador.

2.1. Regulação e inovação: a visão “schumpeteriana”

Schumpeter (1961) conceitua “empreendimento” como a realização de novas combinações e *empresário* o indivíduo cuja função é realizá-la. A função empresarial é característica do desenvolvimento, não existindo no denominado fluxo circular econômico, uma vez que nele não há inovações. O empresário é definido por sua função no ambiente produtivo, e não pela posse do capital.

Para que ocorra o “desenvolvimento schumpeteriano”, há a necessidade de novas combinações: (i) introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem; (ii) introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada em uma descoberta cientificamente nova, ou uma nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria; (iii) abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não; (iv) conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada; e (v) estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio (Schumpeter, 1961).

Schumpeter (1961) propõe o conceito de “destruição criadora”, esclarecendo que o impulso fundamental que põe e mantém em funcionamento a máquina capitalista procede dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos

mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista. Em outros termos, o velho dá lugar ao novo; é destruindo-se que se constrói.

Discerne-se que o *modus operandi* da concorrência é que determina uma superioridade decisiva no custo ou na qualidade, ferindo não somente a margem de lucros e a produção das firmas, mas como a existência das mesmas. No TRPP, um exemplo disso é a mudança técnica no processo de produção do transporte tradicional para o moderno, com a incorporação de tecnologias de informação e comunicação, tais como sistemas de roteirização e rastreamento veicular. Com isso, as empresas de TRPP têm conseguido reduzir o nível de risco inerente à atividade e proporcionando melhor eficiência da gestão logística (Garcia *et al*, 2007).

A visão “schumpeteriana” de inovação permite uma abordagem evolucionária. E, conforme exposto por Oliveira (2005), a aplicação da metáfora da seleção natural na economia deve ser baseada em um princípio de que as unidades econômicas evoluem individualmente, por meio de ganhos de capacidade e conhecimentos (formais e/ou tácitos) que se manifestam via rotinas e adaptações às instituições e sistemas. A idéia de seleção natural remete diretamente à abordagem darwinista, em que a evolução é constante e construída passo a passo; as transformações são graduais.

Para Burlamaqui (2005), os efeitos das inovações são múltiplos. Do ponto de vista da empresa inovadora, elas residem na origem de reduções de custos, ganhos de produtividade, performance, qualidade e, frequentemente, a monopolização temporária de uma oportunidade de mercado, cujo resultado é a obtenção de lucros extraordinários. Do ângulo da estrutura econômica, resultam na criação de novos setores e rejuvenescimento de setores existentes. Em outras palavras, implicam a reestruturação permanente do espaço econômico existente em simultâneo à sua dilatação. Do ponto de vista da concorrência, implicam a criação de assimetrias competitivas e alteração na configuração das estruturas de mercado. Do ponto de vista do seu impacto macroeconômico, modificação de agregados e parâmetros do sistema.

Para Schumpeter (1961), o lucro decorre de um monopólio temporário de vantagens obtidas por meio de inovações - que para ele constituem a forma mais eficaz de competição - esvaindo-se com a difusão destas ao longo do processo de concorrência ou pelo aparecimento de novas gerações de inovações. Na concorrência “schumpeteriana”, de caráter ativo e desequilibrador, abrem-se as possibilidades para a análise das estratégias competitivas, e, conseqüentemente, das formas de competição e necessidade de regulação em cada mercado.

Burlamaqui (2005) defende que as políticas regulatórias devem ser administradas pelas agências governamentais em parceria com a iniciativa privada, de acordo com as variáveis “schumpeterianas” fundamentais: racionalização industrial, incrementos de produtividade, combate aos abusos de poder de mercado, estratégias de diferenciação e alavancagem do processo de desenvolvimento.

Nessa linha de pensamento, o papel regulador do Estado deve concentrar-se em três dimensões: (i) estímulo à cooperação tecnológica e à coordenação de investimentos complementares e das expectativas de longo prazo dos empresários; (ii) administração da destruição criadora ou conflitos surgidos do próprio processo competitivo; e (iii) desenvolvimento institucional para que essas premissas sejam colocadas em prática.

2.2. A teoria da inovação em serviços

Segundo Vargas (2009), a complexidade na definição de serviços e a preponderância dos estudos no setor fabril têm sido os principais obstáculos na evolução das pesquisas sobre a inovação em serviços. Contudo, há três enfoques que caracterizam as principais abordagens teóricas da inovação em serviços: a abordagem tecnicista, a abordagem baseada em serviços e a abordagem integradora.

2.2.1. A abordagem tecnicista

A principal tentativa de sistematização da abordagem tecnicista foi proposta por Barras (1986). Em seu modelo do “ciclo reverso do produto”, o autor sustenta que a inovação em serviços percorreria um ciclo em sentido inverso daquele verificado nas inovações tecnológicas. Este modelo é dividido em três fases.

Na primeira fase, a introdução de nova tecnologia, em vez de causar impacto radical e lucros extraordinários, no sentido schumpeteriano, levaria apenas ao aumento da eficiência na prestação de serviços existentes. Seria, pois, uma fase inicial de inovações incrementais destinadas à melhoria da eficiência. Na segunda fase do ciclo, o autor aponta que as inovações seriam ainda incrementais, mas já voltadas para melhorias na qualidade do serviço. E na terceira fase, quando o processo de difusão tecnológica estaria em sua fase mais avançada, então a tecnologia levaria à constituição de novos serviços (inovações radicais) ou recombinações de serviços já delineados.

2.2.2. A abordagem baseada nos serviços

Consoante Vargas (2009), a reação ao enfoque tecnicista dos estudos de Barras (1986), deu origem a uma nova linha de trabalhos. Se a tecnologia, oriunda da indústria, é o principal determinante das inovações no modelo do ciclo reverso do produto, a abordagem baseada em serviços (GALLOUJ, 1994) reúne trabalhos

que tem como idéia central a convicção de que a relação de serviço oferece oportunidades para a inovação na elaboração do serviço que superam qualquer inovação tecnológica que venha a ser adotada (Hauknes, 1998).

Em outras palavras, no caráter relacional da prestação, fonte de sua incerteza e irreversibilidade relativamente maiores do que na produção de bens, residiriam as principais oportunidades de inovação. Predominam nesta abordagem os estudos envolvendo consultorias em gestão, em que a prestação de serviço está assentada na interação com o cliente. Gradativamente, entretanto, os principais expoentes desta abordagem migraram para uma visão não-dicotômica entre bens e serviços, levando alguns trabalhos recentes, como o de Gallouj (2007), a considerar apenas a existência de duas abordagens – a tecnicista e a integradora.

2.2.3. A abordagem integradora

A abordagem integradora procura estabelecer características funcionais que possam ser extensivas a bens e serviços e, a partir delas, desenvolver a análise do processo de inovação.

Nessa direção, a contribuição de maior destaque parte da abordagem baseada em características de bens e serviços, proposta por Gallouj (2002). Segundo esta abordagem, cada produto poderia ser interpretado como um sistema resultante da combinação de tecnologias mobilizadas (materiais ou imateriais) e das competências necessárias para sua produção (competências do produtor) e para seu uso (competências do cliente). Com isso, a inovação pode ser definida como qualquer mudança afetando um ou mais termos de um ou mais vetores das características (de qualquer tipo – técnica, de serviço ou de competência).

A partir dessa interpretação, Gallouj e Weinstein (1997) propuseram tipos de inovação diferenciados em função de sua intervenção nas características ou nas competências citadas: (i) *radical* (criação de produtos totalmente novos, com características absolutamente distintas dos produtos anteriores e que requeiram competências totalmente distintas, tanto do produtor quanto do cliente); (ii) *de melhoria* (alteração de alguma característica do produto, sem alterar o sistema como um todo); (iii) *incremental por substituição ou adição de características* (substituição ou da adição de uma determinada característica técnica ou competência necessária para a produção ou o uso do produto); (iv) *ad hoc* (“construção interativa” de uma solução para um problema particular apresentado por um determinado cliente); (v) *recombinação* (relacionada com a criação de novos produtos a partir de diferentes combinações de características ou produtos existentes em novos usos); e (vii) *por formalização* (re-

fere-se ao processo de nomear um determinado serviço e organizar sua seqüência, tanto quando essa seqüência envolve características físicas ou de serviços como competências).

2.2.4. Resíduos, rotinas, trajetórias tecnológicas e ambiência

Na lição de Penrose (2006), os serviços “produtivos não-utilizados” (resíduos) constituem para a firma empreendedora um desafio para inovar, um incentivo para se expandir e uma fonte de vantagens competitivas, pois facilitam a introdução de novas combinações de recursos na firma.

Esses resíduos estão intrinsecamente associados ao processo de destruição criadora schumpeteriano, em que são utilizados na descoberta de novas combinações para se produzirem as inovações. São essas inovações que permitem, por exemplo: a expansão da firma por meio da diversificação de produtos ou serviços na mesma ou em diferente base tecnológica; a aquisição de outras firmas; os processos de integração vertical; a sua sobrevivência na concorrência; ou até mesmo sua concentração em determinado ramo de atividade e dominância no mercado.

No que tange às rotinas da firma, segundo Nelson e Winter (2005), estas abrangem desde conjuntos de tarefas de funcionários individuais, realizadas diariamente, até conjuntos de tarefas coletivas e muito mais complexas e demoradas, como o conjunto de tarefas necessárias para assegurar a qualidade em uma linha de produção ou execução de um serviço de TRPP.

As rotinas exercem um papel fundamental, uma vez que elas representam as habilidades da firma. Do ponto de vista evolucionário, as rotinas são genes. As inovações envolvem mudanças nas rotinas. As inovações na rotina de uma organização consistem de novas combinações de rotinas ou componentes de rotinas. E isso ocorre, porque as rotinas respondem às pressões do ambiente interno e externo à firma, por meio de processos heurísticos ou estratégicos.

Resíduos e rotinas estão presentes ao longo da trajetória tecnológica da firma. Dosi (2006) enumera determinadas características das trajetórias tecnológicas, definidas em termos dos paradigmas tecnológicos: (i) pode haver trajetórias genéricas ou circunscritas, mais ou menos poderosas; (ii) as trajetórias são geralmente complementaridades entre diversas formas de conhecimento, experiência e habilidades; (iii) aparece a “fronteira tecnológica”, o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica, com respeito às dimensões tecnológicas e econômicas relevantes; (iv) o progresso em uma trajetória tecnológica conserva aspectos cumulativos; (v) quando a trajetória é “poderosa”, pode haver dificuldade em mudar para uma trajetória alternativa; (vi) em regra, não se realiza,

a priori, a comparação e a avaliação da superioridade de certa trajetória tecnológica em relação à outra, em virtude de seu caráter *ex-post*.

Algumas variáveis específicas podem influir no sucesso tanto tecnológico como econômico da resolução dos paradigmas tecnológicos: (i) os interesses econômicos das organizações envolvidas em P&D nessas novas áreas tecnológicas; (ii) a história tecnológica das mesmas; e (iii) variáveis institucionais, como os marcos regulatórios do TRPP.

3. MARCOS REGULATÓRIOS E RISCOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Este item é apresentado, inicialmente, com a definição legal de produtos perigosos para fins de transporte, passando pelos principais marcos regulatórios relacionados ao TRPP e agrotóxicos, e finalizando com a compreensão dos riscos nessa atividade e o imprescindível uso de rotinas.

3.1. Principais marcos regulatórios relacionados ao transporte rodoviário de produtos perigosos

No Brasil, a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT é o órgão regulador do transporte rodoviário de produtos perigosos. O fulcro legal encontra-se na Lei nº 10.233/01, determinando a sua esfera de atuação, entre outros, no TRPP (art. 22, inc. VII), e as suas atribuições gerais, como estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativos às operações desse tipo de transporte (art. 24, inc. XIV).

As exigências legais nacionais baseiam-se no arcabouço jurídico que rege o serviço de transporte rodoviário de produtos perigosos, dentre os quais podem ser destacados:

- Leis nºs 7.802/89 e 9.974/00: dispõem, entre outros, sobre o transporte e o destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos.
- Lei nº 9.605/98: dispõe sobre as sanções penais e administrativas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Decretos nºs 96.044/88 e 1.797/96: versam sobre o Regulamento do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (RTRPP) no âmbito nacional.
- Decreto nº 4.074/2002: regulamenta a Lei nº 7.802/89.
- Portaria MT nºs 349/02: rege as instruções de fiscalização do TRPP no âmbito nacional.
- Resoluções ANTT nºs 420/04, 701/04, 1644/06, 2657/08: constituem instruções complementares ao RTRPP.
- Portarias Inmetro, Resoluções do Contram e do Conama.

3.2. Riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos e uso de rotinas

Além dos riscos à saúde humana, à gestão do tráfego, à infra-estrutura viária e à segurança pública, os acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos podem causar efeitos danosos para a comunidade e a biota local, o que faz com que se acentue a necessidade de controle de riscos durante o transporte desse tipo de produto.

Lieggio Júnior (2008) mostra que a movimentação da produção dos setores químico, petroquímico e de refino de petróleo, entre outros, é feita na sua maioria por rodovias. Por conseguinte, essa atividade lidera as estatísticas de acidentes ambientais, com 2.597 acidentes, ou seja, 38,8% do total de acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre 1978 e 2006 (CETESB, 2008). Cabe destacar que o transporte rodoviário foi responsável por 53,7% do total dos atendimentos emergenciais ocorridos em 2007, no Estado de São Paulo.

O gerenciamento das variáveis relacionadas ao risco no TRPP demanda o uso intensivo de rotinas administrativas e operacionais. Assim, é indispensável o emprego de adequadas tecnologias de informação e comunicação para processá-las e disponibilizá-las aos atores relacionados com a questão em seus respectivos ambientes (macro: governos federal e os estaduais; meso: instituições responsáveis pela fabricação dos produtos perigosos e pela operação do transporte; micro: prefeituras locais, associações comunitárias, órgãos governamentais de apoio local em caso de acidentes, como Polícia Rodoviária Federal ou Estadual, de meio ambiente, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e hospitais, assim como as bases operacionais do administrador rodoviário).

Considerando-se apenas uma visão geral da cadeia logística de produtos perigosos, pode-se verificar que as rotinas organizacionais estão presentes em várias fases: gerenciamento de pedidos; processamento de pedidos; gerenciamento de estoques; roteirização; operações e distribuição; transporte e expedição; monitoramento de entregas; e suprimento (Ballou, 2006).

Em relação à necessidade de rotinas específicas relacionadas ao gerenciamento de riscos no transporte, salienta-se, como exemplo, a figura do embarcador. Sua necessidade de controle é tamanha que pode ser compreendida, de início, no estágio de planejamento de expedição, em que deve se atentar às exigências legais de transporte (classificação do produto perigoso transportado; cuidados referentes à embalagem; marcação e rotulagem de volumes; identificação das unidades de transporte e de carga; documentação; prescrições aplicáveis a veículos e equipamentos do transporte rodoviário; requisitos de quantidade limitada e provisões especiais, quando aplicáveis).

No estágio de operação ou produção do transporte, o embarcador não deve se descuidar, em hipótese alguma, de rotinas associadas ao controle de riscos, tais como: monitoramentos de programa de manutenção de unidades e equipamentos de transporte; de programa de higiene e saúde ocupacional de seus colaboradores; de programa de qualidade ambiental; de programa de qualidade dos serviços; de sistema de rastreamento veicular; da integridade do produto; de índice de acidentes; entre outros.

Além disso, no caso de falha de uma rotina operacional, como a ausência ou deficiência das informações legais requeridas, tanto na documentação de transporte ou das informações constantes nas unidades e equipamentos de transporte, os embarcadores e os transportadores podem ser penalizados com a aplicação de multas pelos órgãos fiscalizadores. Ressalta-se, ainda, o fato de que a legislação do TRPP se inter-relaciona com a legislação ambiental, positivando os princípios da co-responsabilidade e do pagador-poluidor.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A proposta metodológica para a confecção deste trabalho baseou-se no bloco de diagramas apresentado na Figura 1. Estabeleceram-se três etapas: (1^a.) *delimitação da área de estudo*: inovação provocada pelos marcos regulatórios na logística de embalagens de agrotóxicos; (2^a.) *revisão bibliográfica*: de caráter exploratório, consistindo na perquirição da Teoria da Inovação relacionada à regulação do TRPP e de sua cadeia logística; e (3^a.): *análise da situação antes e após os marcos regulatórios*: verificação das práticas anteriores e após as inovações provocadas pelos marcos regulatórios na cadeia logística.

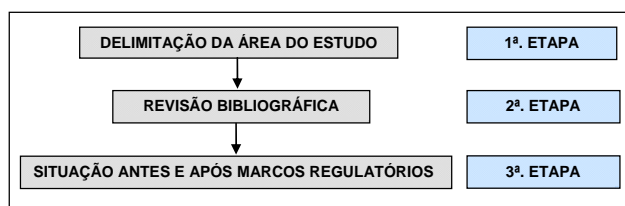


Figura 1. Esquema metodológico empregado na confecção do artigo

5. O CASO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS

De acordo com a Bowersox e Closs (2007), a logística é responsável pelo fluxo físico dos materiais no setor industrial e deste para o consumidor, passando pelos diversos elos dos canais de distribuição. Para Ballou (2006) e Novaes (2001), o termo é utilizado para descrever as atividades relacionadas com os fluxos de entrada de materiais e de saída de produtos e tende a ga-

nhar uma visão integrada entre as organizações na medida em que estas passam a planejar suas atividades de forma conjunta, para melhor servir ao mercado e ganhar eficiência e eficácia.

Já a logística reversa, para Leite (2003), é uma nova área da logística empresarial que visa a equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios por meio da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização.

Segundo Rodrigues *et al* (2002) e Leite (2003), várias são as razões ao estímulo à logística reversa: (i) sensibilidade ecológica; (ii) pressões legais, como marcos regulatórios; (iii) redução do ciclo de vida dos produtos; (iv) redução de custos; e (v) competitividade.

Conforme a Lei nº 7.802/89 (ANVISA, 2009), agrotóxicos são produtos químicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Sato *et al* (2006) observam que o Brasil é um país de grande extensão de áreas agrícolas e o seu consumo de agrotóxicos é bastante elevado, gerando uma quantidade significativa de embalagens utilizadas e, por conseguinte, a serem retornadas e recicladas. Na safra de 2000/2001, foram utilizadas no campo 130 milhões de embalagens de agrotóxicos. Na safra de 2001/2002, o consumo de agrotóxicos atingiu a quantidade de 32 mil toneladas (Inpev, 2009). Grande parte dessas embalagens teve destino desconhecido, pois até essa data ainda não havia um marco regulatório disciplinando o retorno de tais embalagens.

Os problemas ambientais causados por essas embalagens têm sido estudados por várias organizações governamentais e não-governamentais. Uma grande maioria de autores desse campo de conhecimento trabalha com o conceito do “desenvolvimento sustentável”, isto é, satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades (Sato *et al*, 2006). E, na direção da preservação do meio ambiente, o Brasil promulgou, em junho de 2001, o principal marco regulatório no que tange à logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, consubstanciada na Lei nº 9.974/00 e complementada pelo Decreto-Lei 4.074/02, que entrou em vigor em 2002, regulamen-

tando, entre outras atividades, o transporte e a destinação final das embalagens vazias.

Dentre as exigências desses marcos regulatórios estabelecidos, devem-se explicitar, por exemplo: na Lei nº 9.974/00: (i) as empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes (art. 1º, §5º); (ii) para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os agrotóxicos e afins são obrigados a exibir rótulos próprios contendo informações sobre os equipamentos a serem usados e a descrição dos processos de triplíce lavagem ou tecnologia equivalente, procedimentos para a devolução, destinação, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das embalagens vazias e efeitos sobre o meio ambiente decorrentes da destinação inadequada dos recipientes (art. 7º (d)); e (iii) compete ao Poder Público a fiscalização da devolução e destinação adequada de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso, bem como o armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias (art. 3º). E no Decreto-Lei 4.074/02: serão objeto de inspeção e fiscalização os agrotóxicos, seus componentes e afins, sua produção, manipulação, importação, exportação, transporte, armazenamento, comercialização, utilização, rotulagem e a destinação final de suas sobras, resíduos e embalagens (art. 70).

Dessa forma, em dezembro de 2001, foi criado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – Inpev, que surgiu de uma iniciativa da indústria para atender às responsabilidades legais, sociais e ambientais no que se refere à destinação final das embalagens dos agrotóxicos comercializados.

A Figura 2 mostra o fluxo logístico reverso das embalagens praticado pelo Inpev. Para tanto, o Inpev mantém uma rede de coleta de embalagens vazias composta por cerca de 350 unidades, situadas em regiões de maior demanda, como Sudeste, Sul, Centro-Oeste e parte do Nordeste. Essas unidades estão divididas em dois tipos de coleta: unidades (ou postos) de recebimentos das revendas e unidades centrais de recebimentos localizadas estrategicamente para atender um determinado número de unidades (ou postos) de recebimentos.

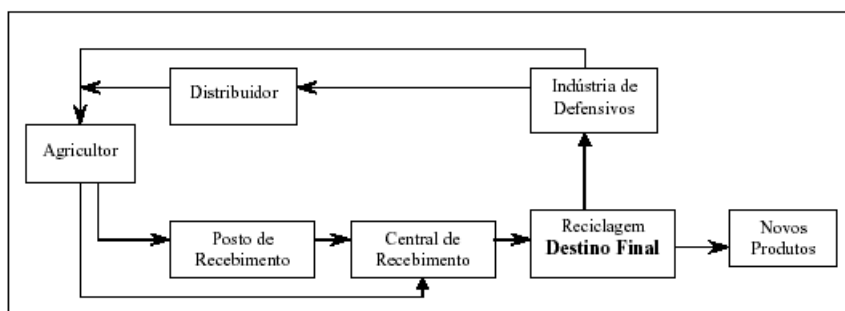


Figura 2. Fluxo da logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos. Fonte: [Lima Filho et al., 2006]

Para planejar toda a rede e realizar a contratação de transporte para devolução das embalagens ao destino final, o Inpev criou o Centro de Programação de Transporte – CPT, dentro de seu departamento de logística e, como gestor de toda a rede, capacita empresas de transportes locais, regionais e nacionais para cuidar da movimentação dessas cargas (capacitação tecnológica). Dessa forma, toda a cadeia logística teve que ser adaptada, desde o fabricante do agrotóxico até o consumidor final, valendo-se, entre outros, dos seus “recursos produtivos não-utilizados” ou resíduos para dar cabo ao cumprimento dos novos ditames legais.

Cabe destacar a criação de Procedimentos Operacionais Padrão – POPs para as unidades de recebimento – uma das formas das rotinas de Nelson e Winter (2005) – que apresentam o conjunto de práticas indispensáveis ao seu funcionamento: desde como fazer a abertura das embalagens de agrotóxicos até a elaboração de planos de ação preventiva e de controle de possíveis acidentes.

A Tabela 1 apresenta um comparativo da relação entre a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos e safra agrícola nacional de grãos para o período entre 2002 e 2008.

Pela análise da Tabela 1, verifica-se que, com a instalação do marco regulatório, a relação entre a quantidade total de embalagens que tiveram uma correta destinação final (t) e o total da safra agrícola de grãos (1.000t) era de 0,04 em 2002 e, em 2008, passou para 0,17; ou seja, um acréscimo de 335,30% no período considerado.

Assim, o que dantes era lixo rural, que contaminava o meio ambiente, passou a ser, após a reciclagem, mercadoria útil, na forma de tubos para fibra ótica, recipientes plásticos para lubrificantes e até mesmo de nova embalagem para defensivo agrícola.

Tomando por base as trajetórias tecnológicas propaladas por Dosi (2006), pode-se dizer que o Inpev inovou o seu processo, como, por exemplo, com o uso de um triturador de embalagens vazias especialmente projetado. O sistema é composto por unidade móvel com capacidade para processar cinco toneladas de embalagens vazias por dia. Isso permitiu que o volume dos recipientes fosse reduzido em quatro vezes; os custos relacionados ao destino final e ao frete apresentaram uma economia significativa; o espaço destinado ao armazenamento da área segregada destinada a embalagens não-laváveis foi otimizado; houve a economia de mais de 1.500 *big bags* (embalagens de resgate utilizadas para o transporte de recipientes não-laváveis) desde o seu emprego em 2003; e utiliza um número menor de unidades de transporte rodoviárias para realizar a movimentação de carga.

Além disso, os controles mais rígidos dos fluxos logísticos reversos de embalagens vazias que contiveram produtos perigosos permitiram uma retroalimentação nos marcos regulatórios de transporte, em que se citam os novos conceitos aplicados para embalagens reutilizáveis (para o mesmo produto dentro de um mesmo processo), recondicionadas e refabricadas, sendo que as duas últimas espécies necessitam de uma certificação compulsória por parte do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou analisar a inovação provocada pelos marcos regulatórios na logística do transporte rodoviário de produtos perigosos, mais especificamente na logística reversa das embalagens de

Tabela 1. Comparativo da relação entre a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos e a produção agrícola de grãos no período entre 2002 e 2008

Ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos [t]	3.767,42	7.855,00	13.933,56	17.881,16	19.673,84	21.129,38	24.415,33
Safra agrícola brasileira de grãos [1.000t]	96.799,00	123.168,00	119.114,20	114.695,00	122.530,80	131.750,60	144.113,70
Relação embalagens retornadas / safra de grãos [t/1.000t]	0,04	0,06	0,12	0,16	0,16	0,16	0,17

agrotóxicos usadas.

Os resultados da pesquisa mostraram que a adaptação às novas exigências legais do ambiente institucional da cadeia logística reversa de embalagens de agrotóxicos produziu inovações em seu processo, conforme o prognóstico do pensamento schumpeteriano e de outros estudiosos.

Essas inovações consubstanciaram-se graças aos seguintes fatores: emprego do esforço tecnológico para se introduzir novas tecnologias e técnicas de informação e comunicação no processo de produção do transporte; utilização de resíduos internos; rotinas administrativas e operacionais; e aplicação das lições aprendidas em sua trajetória tecnológica.

Para a realização de estudos futuros, sugere-se a prospecção das inovações provocadas pelos marcos regulatórios em setores específicos do transporte de produtos perigosos, como tintas e vernizes, combustíveis líquidos e gases.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT (2009). Disponível em: < <http://www.antt.gov.br> > Acesso em: 28 mai. 2009.
- ANVISA (2009). Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br> > Acesso em: 28 mai. 2009.
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial*. Bookman. Porto Alegre.
- Barras, R. (1986). *Towards a Theory of Innovation in Services*. Research Policy. St. Louis.
- Bowersox, D. J. e D. J. Closs (2007). *Logística Empresarial – O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento*. Atlas. São Paulo.
- Burlamaqui, L. (2005). *Estado, Mercado, Regulação e Inovação: Law & Economics em uma Abordagem Pós-Escola de Chicago*. XIV Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito. Anais do XIV Conpedi. Fortaleza.
- Cetesb (2008). *Relatório de Emergências Químicas Atendidas pela CETESB em 2007*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo.
- CONAB (2009). Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 05 jul. 2009.
- Dosi, g. (2006). *Mudança Técnica e Transformação Industrial*. Ed. Unicamp. Campinas.
- Garcia, C. M.; C. F. Souza; e M. A. Molina-Palma (1994). *Gestão da Inovação – Utilização da Tecnologia de Rastreamento por Satélite para Melhor Eficiência da Gestão Logística – Estudo de Caso*. XXVII Encontro Nacional de Eng. de Produção. Anais do XXVII ENGEPE. Foz do Iguaçu, PR.
- Gallouj, F. (1994). *Innovation dans les services*. L'Harmattan. Paris.
- Gallouj, F. e O. Weinstein (1997). *Innovation in Services*. Research Policy, v.26, p.537-556.
- Gallouj, F. (2002). *Innovation in the Service Economy: The New Wealth of Nations*. Edward Elgar. Cheltenham.
- Gallouj, F. (2007). *Economia da inovação: um Balanço dos Debates Recentes*. In: Bernardes, R.; e Andreassi, T. (org). *Inovação em serviços intensivos em conhecimento*. Saraiva. São Paulo.
- Hauknes, J. (1998). *Dynamic Innovation Systems – Do Services Have a Role to Play?* Step Report.
- Inpev (2009). Disponível em: < <http://www.inpev.org.br> > Acesso em: 28 mai. 2009.
- Leite, P. R. (2003). *Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade*. Prentice Hall. São Paulo.
- Lieggio Júnior, M. (2008). *Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Proposta de Metodologia para Escolha de Empresas de Transporte com Enfoque em Gerenciamento de Riscos*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Transportes. UnB. Brasília.
- Lima Filho, D. O.; R. L. Sproesser; J. D. Ferelli; C. A. Kohari e J. M. Valério (2006). *Logística Reversa: O Caso das Embalagens Vazias de Agrotóxicos*. XXVI Enegep. Anais do XXVI Enegep. Fortaleza.
- Nelson, R. R. e S. G. Winter (2005). *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Ed. Unicamp. Campinas.
- Novaes, A. G. N. (2001). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. Campus. Rio de Janeiro.
- Oliveira, L. G. (2005). *A Cadeia de Produção Aeronáutica no Brasil: uma Análise sobre os Fornecedores da Embraer*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Unicamp. Campinas.
- Penrose, E. (2006). *A Teoria do Crescimento da Firma*. Ed. Unicamp. Campinas.
- Possas, P. H. (2006). *A Associação entre o Marco Regulatório e a Inovação: Um Estudo Exploratório sobre as Operações de Processamento de Passageiros nos Aeroportos Brasileiros controlados pela Infraero*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Administração. UFRGS. Porto Alegre.
- Rodrigues, D. F. et al. (2002). *Logística Reversa - Conceitos e Componentes do Sistema*. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais XXII ENEGEP. Curitiba.
- Sato, G. S.; Carbone, G. T.; e Moori, R. G. (2006). *Práticas Operacionais da Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos no Brasil*. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. Intefarcehs. São Paulo.
- Schumpeter, J. A. (1961). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Fundo de Cultura. Rio de Janeiro.
- Schumpeter, J. A. (1997). *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Nova Cultural. São Paulo.
- Vargas, E. R. *Serviços, Inovação e Desenvolvimento Local*. (2009). Revista de Economia Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación, Vol. XI, n. 1. EPTIC. Sergipe.