

MODELO BASEADO NO SISTEMA DEPÓSITO REEMBOLSÁVEL PARA A BUSCA DO EQUILÍBRIO ENTRE A GERAÇÃO E A RECICLAGEM DO RESÍDUO SÓLIDO PNEU NO BRASIL

MODEL BASED ON THE DEPOSIT-REFUND SYSTEM TO ACHIEVE A BALANCE BETWEEN THE GENERATION AND RECYCLING OF SOLID TIRE WASTE IN BRAZIL

Luciangela Mattos Galletti da Costa¹; Heloisa Márcia Pires²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe – Engenharia de Produção – Rio de Janeiro -
Brasil

lucia.galletti@oi.com.br

²Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe – Engenharia de Produção – Rio de Janeiro -
Brasil

heloisam@pep.ufjf.br

Resumo

O artigo tem como objetivo propor uma solução para o problema oriundo da falta da destinação adequada do resíduo sólido pneu no Brasil. Tendo em vista a legislação brasileira, os participantes da indústria de pneumáticos, produtores e revendedores de carros e consumidores, foi desenvolvido um modelo econômico baseado no sistema depósito reembolsável. Este tem como foco incentivar a devolução do pneu pelo usuário envolvendo-o na responsabilidade para que seja possível encontrar o equilíbrio entre a geração e reciclagem do pneu. Estima-se um valor de depósito de US\$ 2.62/pneu no ato da compra, sendo este retornável ao consumidor corrigido monetariamente ao final da vida útil do pneu.

Palavras-chave: revista; artigos; formatação.

1. Introdução

A partir do século XIX, o crescimento econômico levou a intensificação do processo de industrialização com conseqüente aumento da demanda por recursos naturais e de danos ao meio ambiente, constatando-se que a capacidade de suporte do planeta estava chegando ao seu limite. Esta situação apontava para uma possível incompatibilidade entre crescimento econômico e preservação dos recursos ambientais, o que afetaria num determinado ponto os limites do próprio crescimento econômico.

Sachs (2007) propõe uma “ecologização” do sistema de produção de riquezas, o eco-desenvolvimento. Esta seria uma estratégia que propõe a busca contínua pelo desenvolvimento através da racionalização no uso dos recursos ambientais, difundindo a idéia de que desenvolvimento econômico e preservação ambiental não são incompatíveis, mas, ao contrário, são interdependentes para um efetivo desenvolvimento. Em 1972 houve a Conferência da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (CMMAD), em Estocolmo, quando foi apresentada a proposição do Desenvolvimento Sustentável, difundido no Relatório Brundtland de 1987 (*Our Common Future/Nosso Futuro Comum*) centrado-se em três eixos principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico, sendo mais uma meta do que um estado de harmonia (CMMAD, 1991). O Relatório Brundtland definiu o termo desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades dos presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.

De acordo com Ring (1997) as evoluções culturais e econômicas não podem progredir sem considerar os princípios fundamentais da natureza, ao pensar nas estratégias de evolução de mercado é necessário adaptar os fatores econômicos de desenvolvimento aos aspectos ecológicos locais. Isto porque se constata que há custos ecológicos provocados pelos impactos ambientais de processos e produtos, além dos provocados pelo uso do estoque de recursos naturais.

Diante do exposto, torna-se importante a aplicação de alguns instrumentos econômicos para auxiliar no controle da degradação ambiental, o que envolverá a participação de diversos agentes como o governo, os produtores e os consumidores. Suas aplicações procuram relativizar a maximização dos lucros privados através da socialização dos problemas ecológicos e sociais (MACKOY, CALANTONE et al., 1995), (DONAIRE, 1999).

Segundo Byrns e Stone (1996), instrumentos econômicos podem ser definidos como um conjunto de mecanismos que afetam os custos-benefícios dos agentes econômicos, ou seja, são mecanismos que ao serem definidos pelos agentes econômicos devem levar em consideração as conseqüências ambientais e/ou sociais de suas decisões. Seu objetivo é distribuir equitativamente os custos ambientais, criando procedimentos cuja tônica seja o equilíbrio entre a preservação dos recursos naturais e o crescimento econômico.

Para Schimidheiny (1992), o maior interesse na aplicação dos instrumentos econômicos resulta de quatro necessidades: recompensar e incentivar continuamente as melhorias no campo ambiental; usar os mercados de forma mais efetiva para se atingir os objetivos ambientais; buscar menores custos efetivos para ambos: o governo e as empresas; e mudar a ênfase da política e da prática ambiental recorrendo à prevenção ao invés da correção.

Face ao exposto, este artigo tem como objetivo apresentar um modelo econômico, baseado no sistema depósito reembolsável, que visa encontrar o equilíbrio entre a geração e a reciclagem de

resíduos sólidos, utilizando como referência o resíduo pneu radial e tendo como intuito a preservação dos recursos naturais e o controle da degradação do meio ambiente.

A seção 2 fala sobre instrumentos econômicos descrevendo o depósito reembolsável, incluindo experiências de sucesso de alguns países com resíduos diversos. A seção 3 dá um panorama sobre o ambiente brasileiro relativo a situação de coleta e destinação dos pneus. A seção 4 apresenta o fluxo de responsabilidade dos agentes envolvidos no modelo proposto e mostra o cálculo do valor do depósito reembolsável. A seção 5 conclui.

2. Instrumentos econômicos

São também denominados instrumentos de mercado e visam à internalização das externalidades. De acordo com Fisher e Dornbusch (1983, p. 287) “uma externalidade surge sempre que a produção ou o consumo de um bem tem efeitos paralelos sobre os consumidores ou produtores envolvidos, efeitos estes que não são plenamente refletidos nos preços de mercado”. Em outras palavras, as externalidades são atividades que envolvem a imposição involuntária de custos ou de benefícios, isto é, que têm efeitos positivos ou negativos sobre terceiros sem que estes tenham oportunidade de os impedir e sem que tenham a obrigação de os pagar ou o direito de ser indenizados.

A externalidade é um fenômeno que pode acontecer entre consumidores, empresas ou entre a combinação de ambos. A restauração do mercado, cujo funcionamento foi entravado pela presença de externalidades, pode ser obtida através de uma redução destas, fazendo com que os custos impostos sejam assumidos pelos agentes produtores e consumidores. Em outras palavras, as externalidades podem ser reduzidas pela internalização de seus custos.

Para Bellia (1996) os agentes envolvidos no processo desenfreado de consumo e produção não levarão em conta os custos ambientais se não houver mecanismos de controle baseados em incentivos e/ou punições. Torna-se, portanto, imprescindível à instituição de políticas ambientais, para que os agentes poluidores sejam levados a internalizar as externalidades.

Entre os instrumentos de política ambiental estão os instrumentos econômicos que segundo a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD (1994a) um instrumento é considerado econômico quando afetar o cálculo de custos e benefícios do agente poluidor, influenciando suas decisões, no sentido de produzir uma melhoria na qualidade ambiental. Segundo Hahn (2000) um instrumento econômico pode ser definido como qualquer instrumento que permita o crescimento da economia em relação ao seu *status quo*.

Esses tipos de instrumento de política ambiental são defendidos pelos neoclássicos em função de reduzirem a intervenção direta do governo na economia e na sociedade, promoverem uma

integração entre as políticas ambiental e tradicional que está fundada na prática de cobrança de taxas, impostos e multas. O ponto mais importante está no fato de incentivarem a transição gradual de política ambiental corretiva (reduzir de nível de poluição) para política ambiental preventiva (evitar a poluição).

2.1. O instrumento econômico depósito reembolsável

O depósito reembolsável (DR) consiste num depósito que deve ser realizado pelos consumidores de produtos potencialmente poluidores no ato de sua aquisição. Este depósito é reembolsado quando o consumidor devolver a parte recuperável do produto num posto de recebimento ou reaproveitamento.

Este sistema foi inicialmente criado, antes dos anos setenta, pelas indústrias de bebida ao redor do mundo para assegurar o retorno e a reutilização das garrafas de vidro no processo de envasamento de bebidas.

Esta é uma prática que auxilia na redução de resíduos no meio ambiente, tendo como aliados os consumidores que sentirão motivados a contribuir, pois se não o fizerem estarão sendo prejudicados economicamente. Além disso, danos ao meio ambiente serão causados caso a parte retornável do produto não seja devidamente tratada. Assim, o objetivo do DR é permitir um destino adequado aos resíduos reaproveitáveis, através do incentivo econômico gerado no usuário do sistema.

Segundo Aalbers e Vollebergh (2005) o DR é interessante tanto para os usuários quanto para o governo, pois o usuário que se dispuser em participar do sistema não terá perdas econômicas e o governo evitará custos com coleta, transporte e descarte de resíduos.

Para Mrozek (2000), o DR é um instrumento muito bom para resolver problemas com descarte inadequado de resíduos, principalmente, quando esta prática do descarte for de difícil controle.

2.2. Experiências de alguns países com a aplicação do sistema depósito reembolsável

Estados Unidos: vários estados americanos implantaram o DR para os vasilhames de cerveja, refrigerante e vinho, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Estados americanos que aplicam o DR

Estado	Ano	Vasilhames	Valor do DR	% Retorno	Central de Recebimento	Depósitos não retornados
Califórnia	1987	Cerveja, refrigerante, vinho e água mineral	< 700 ml 2.5 centavos >700 ml 5.0 centavos	Alumínio 88% Vidro 76% PET 50%	Centros certificados pelo Governo	Programa em prol da reciclagem
Nova Iorque	1983	Cerveja, refrigerante, vinho e água mineral	5 centavos	Cerveja 81% Refrigerante 72% Vinho 63%	Postos de vendas e Ecopontos	Permanecem com os distribuidores
Maine	1978	Cerveja, refrigerante, vinho, licor, suco, água mineral e chá	Cerveja, refrigerante e suco 5 centavos, vinho e licor 15 centavos	Cerveja e refrigerante 92% suco, água e chá 75% vinho e licor 80%	Postos de vendas e Ecopontos	Permanecem com os distribuidores
Michigan	1978	Cerveja e refrigerante	10 centavos	Acima de 93%	Postos de vendas	Estado

Fonte: Anderson e Lohof (2001)

Canadá: as indústrias fabricantes de óleo de motor do oeste do Canadá instituíram o sistema depósito reembolsável para filtro, embalagem e óleo de motor. Quando a venda de um novo produto é realizada, uma taxa é adicionada ao valor do item e devolvida quando o agente coletor devolver o produto usado para a fábrica. Através de iniciativa própria dos coletores, há o repasse de uma parcela do valor recebido aos usuários que entregam os produtos usados a eles.

Japão: o DR é aplicado para garrafas de cerveja, latas de alumínio e embalagens de papelão e, envolve todos os agentes participantes da cadeia de suprimentos até o consumidor final. As taxas de reciclagem em 1990 chegavam a 92% para garrafas de cerveja e 43% para latas de alumínio (OLIVEIRA, 2003). Embora houvesse uma forte campanha voltada para a educação ambiental, pode-se concluir que o sistema depósito reembolsável é o principal incentivador para o alcance de altos índices de reciclagem. Isto provavelmente ocorre porque a legislação Japonesa atribui a responsabilidade aos fabricantes e importadores a coleta de seus produtos após o uso (WIDMER, OSWALD-KRAPF, 2005).

Taiwan: um sistema depósito reembolsável mandatário é aplicado para garrafas de PET. Os fabricantes e importadores criaram um fundo onde depósitos são realizados por eles, para pagar cerca de US\$ 0,06 dólares aos consumidores que entregarem as garrafas de PET usadas em centros de recebimento autorizados e, para financiar o serviço de coleta e descarte adequado. Estes agentes criaram uma fundação que administra este fundo. Este sistema é muito semelhante ao “extensão da

responsabilidade pelo produto ao fabricante”, ou seja, o fabricante é responsável por destinar adequadamente seus produtos no final de seu ciclo de vida.

Países da Europa: o DR é utilizado para incentivar o retorno de embalagens usadas, principalmente, os vasilhames de vidro, plástico e alumínio. Os índices de reciclagem, desde 1995, são: 90% para garrafas de cerveja e vinho, 60% para garrafas plásticas e entre 40 e 90% para latas de alumínio e aço (GUIMARÃES *et al.*, 1995). Os países envolvidos no sistema são: Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Inglaterra, Holanda, Suécia e Noruega. Além das embalagens, a Suécia e Noruega aplicam o sistema depósito reembolsável para automóveis. O consumidor ao realizar a compra de um automóvel novo, paga um depósito que receberá de volta corrigido quando o veículo ao final da vida útil for devolvido a uma central de sucatas veiculares. Este sistema encontra-se em vigor desde 1976 e tem gerado resultados positivos, pois os veículos velhos têm sido levados para estas centrais.

Diante do resultado positivo oriundo da aplicação do sistema depósito reembolsável, em vários países e, considerando o descarte de pneus um problema que envolve toda a sociedade no que tange as questões ambientais e sanitárias, este artigo propõe apresentar um modelo baseado no instrumento econômico depósito reembolsável para ser aplicado sobre o resíduo sólido pneu.

3. Pneu: resíduo sólido foco do estudo na aplicação do sistema depósito reembolsável

Os pneus representam um grande problema para a sociedade em relação ao seu descarte, pois quando compactado e enterrado inteiro, muitas vezes, retorna a superfície gerando segundo Gomes e Ogura (1993) a movimentação do solo do aterro e eventual combustão, pois acabam absorvendo os gases que são liberados pela decomposição de outros resíduos. Quando ocorre esta combustão há a liberação de enxofre e carbono, causando prejuízo ao equilíbrio do meio ambiente, contribuindo, por exemplo, com a elevação da temperatura da terra - aquecimento global - e, afetando à saúde dos seres vivos. De acordo com o grau e duração da exposição há o risco de resultar em: irritações na pele, olhos e mucosas, obtenção de problemas respiratórios, depressão do sistema nervoso central e câncer.

Se os pneus são descartados em terrenos baldios, devido ao seu formato, acumulam água da chuva no seu interior e podem se tornar um vetor para a proliferação de insetos como o mosquito *Aedes Aegypti* - transmissor da dengue e de roedores que são transmissores de várias doenças inclusive a leptospirose. Segundo Chang (2008) com o crescimento da demanda de automóveis tornou-se comum encontrar pneus descartados em terrenos baldios, devido à incapacidade de gerenciamento dos municípios por este tipo de resíduo.

Quando queimados, podem causar incêndios, pois cada pneu é capaz de ficar em combustão por mais de um mês, permitindo a liberação de mais de dez litros de óleo no solo, levando a contaminação da água do subsolo e aumentando a poluição do ar.

De acordo com o CEMPRE (2008), estima-se que há cerca de 180 milhões de pneus de passeio velhos em aterros sanitários e, entre 2 a 3 bilhões estão em estoques a céu aberto.

Devido à grande quantidade de pneus inservíveis descartados inadequadamente foi instituído pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no. 258/99, procedimentos e metas para pneumáticos inservíveis. A legislação impôs a obrigatoriedade para as indústrias pneumáticas do país e importadores de recolher parte dos pneus produzidos a cada ano. Conforme mostra a Tabela 3 esse número aumenta gradativamente a cada ano, e chegou em 2005 na proporção de cinco pneus inservíveis recolhidos para cada quatro pneus novos fabricados ou importados. Cabe ressaltar que, segundo a Resolução CONAMA no. 258/99, a responsabilidade pela externalidade negativa gerada pelos resíduos sólidos pneus, quando descartados inadequadamente, foi atribuída aos produtores e importadores, porém com o envolvimento de todos os agentes participantes desta cadeia de fornecimento há a possibilidade de aumentar o rastreamento quanto a localização do pneu usado, facilitando o processo de coleta e destinação adequada.

Tabela 3 - Coleta de pneus inservíveis em relação à produção de pneus novos

Prazos	Fabricação de Pneus Novos	Pneus Recolhidos
A partir de janeiro de 2002	4	1
A partir de janeiro de 2003	2	1
A partir de janeiro de 2004	1	1
A partir de janeiro de 2005	4	5

Fonte: Resolução CONAMA nº 258 de 26 de agosto de 1999.

Desde 2005 a Resolução nº 258/99 encontra-se em processo de revisão pelo IBAMA. No ano de 2006 estipulou-se a seguinte meta: para quatro pneus produzidos ou importados novos, cinco pneus usados deveriam ser reciclados e, em 2009 segue-se esta mesma meta.

3.1. Coleta e destinação do resíduo sólido pneu

A Associação Nacional das Indústrias de Pneumáticos - ANIP implantou, no ano de 1999, um programa de coleta e destinação de pneus inservíveis que, no ano de 2007, transformou-se na Reciclanip. Este programa de coleta de pneus inservíveis é patrocinado por 12 empresas associadas do segmento de pneumáticos e, investiu cerca de US\$ 55 milhões em equipamentos, logística e campanhas desde 1999, para consolidar o caminho reverso de coleta dos inservíveis.

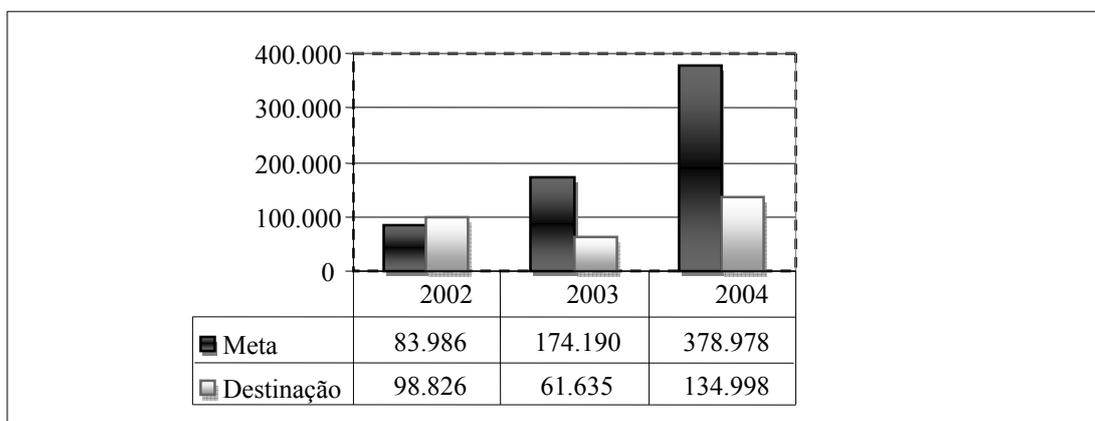
Segundo a ANIP (2008) para que o programa obtenha sucesso, houve a promoção de parcerias com prefeituras de todas as regiões do Brasil. Atualmente, 237 municípios já aderiram ao programa e implantaram centros de recepção de pneus inservíveis – os chamados “Ecopontos”, que se somam em 270 pontos espalhados entre 21 Estados brasileiros.

A Reciclanip é responsável pelo transporte dos pneus dos “Ecopontos” até as empresas de tratamento do pneu usado. Cerca de 70% dos pneus radiais coletados pela Anip são levados para o co-processamento, em 15 indústrias de cimento, para geração de energia. Este tipo de destino é responsável pela maior parcela de pneus usados por dispensar a separação entre borracha, aço e nylon dos radiais.

A separação e trituração é outra forma de encaminhar os pneus inservíveis coletados. Após os pneus serem triturados, os grãos maiores servem para fazer artefatos de borracha, como tapetes de carro. Os mais finos destinam-se ao asfalto-borracha, que embora sejam mais caros que o asfalto comum são mais duráveis. Em relação aos pneus diagonais, 10% da produção que não leva aço, são laminados e utilizados para confeccionar cintas de amarração e saltos de sapatos.

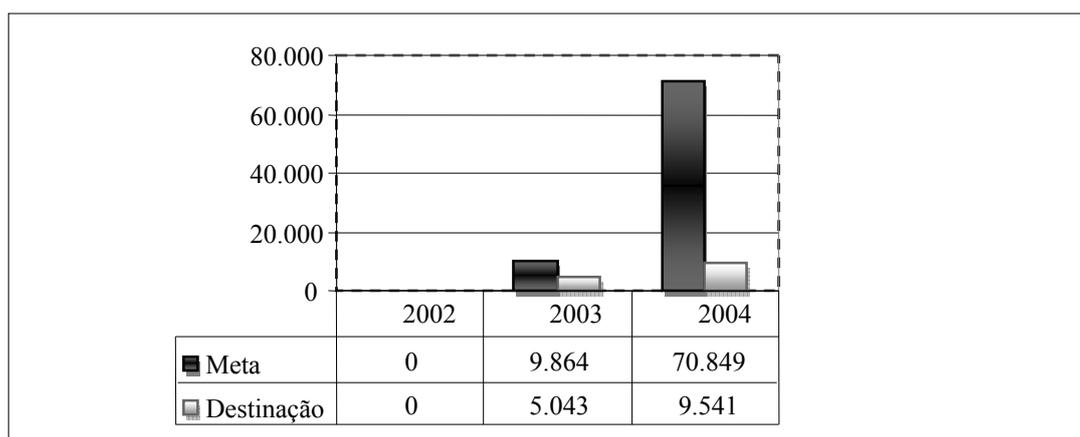
Esta é uma iniciativa que contribui para auxiliar na resolução do problema do descarte de pneus inservíveis. Porém, como mostra as Figuras 2 e 3 as metas estipuladas pela Resolução CONAMA nº 258/99 não estão sendo alcançadas.

Figura 2 – Meta e destinação de pneus inservíveis pelos fabricantes



Fonte: ABRELPE (2008)

Figura 3 – Meta e destinação de pneus inservíveis pelos importadores



Fonte: ABRELPE (2008)

Através das Figuras 2 e 3 pode-se verificar que nem os fabricantes de pneus novos nem os importadores de pneus usados cumpriram a meta estabelecida pela legislação em vigor nos anos de 2003 e 2004.

Segundo o diretor-geral da Anip, Vilien Soares (2008), “desde 2004 não estamos conseguindo cumprir à risca a meta estabelecida pelo CONAMA, de recolher cinco pneus velhos para cada um novo comercializado, porque o usuário não é obrigado a deixar o pneu velho na loja e o revendedor pode ter canais alternativos para pneus, em vez de entregá-los voluntariamente ao programa de coleta e destinação da Reciclanip.”

Segundo a ANIP (2008), a legislação brasileira deveria aumentar o nível de co-responsabilidade na cadeia de pneus inteira, podendo, por exemplo, obrigar o consumidor a deixar os pneus nas lojas de troca. Como não é obrigatória a logística reversa para os consumidores, estima-se que mais de oito milhões de pneus têm destino incorreto. O sistema atual não gera estímulo para melhorar a reciclagem.

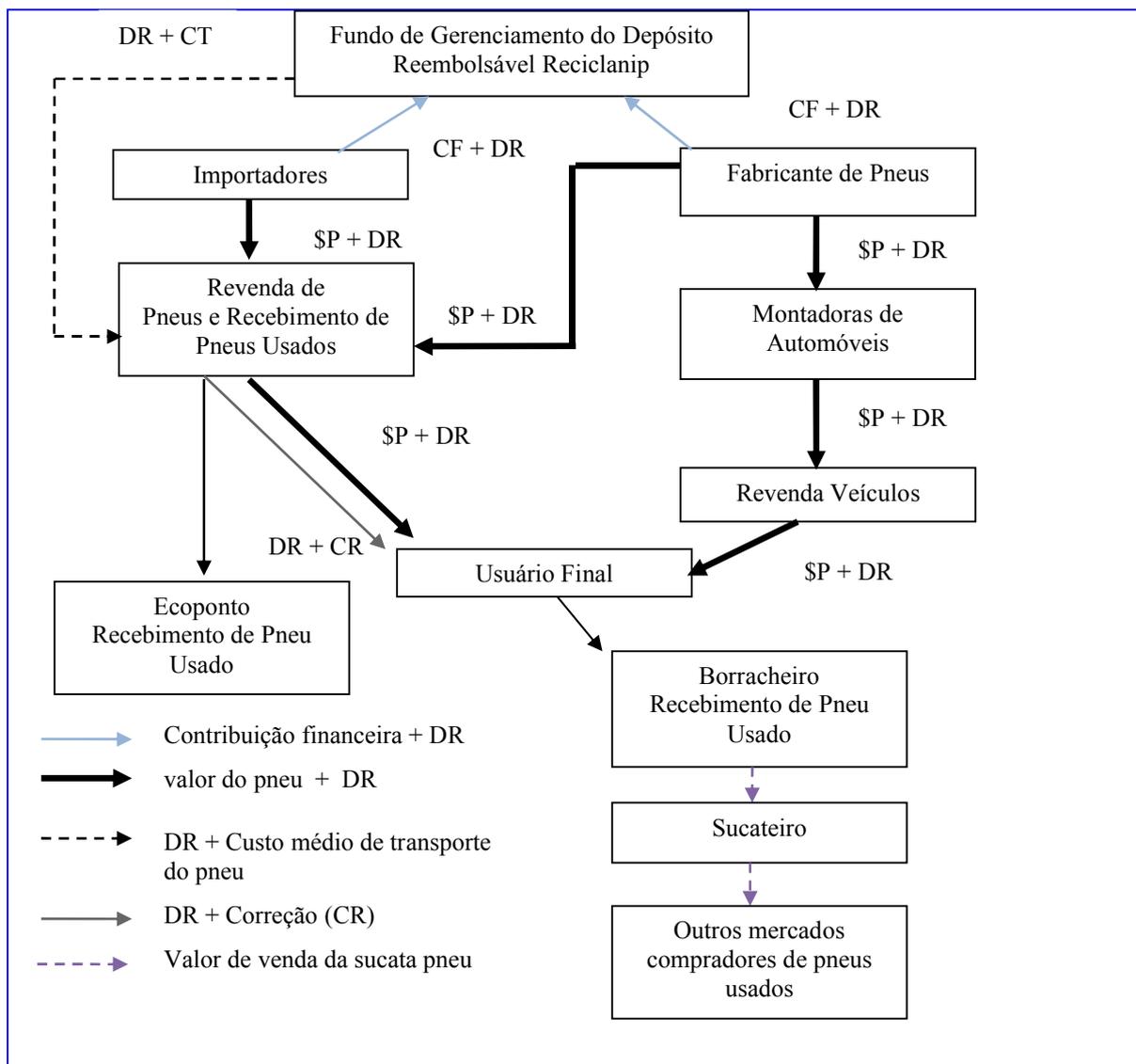
Portanto, para minimizar os impactos ambientais causados pela destinação incorreta de pneus no meio ambiente, este artigo apresenta um modelo baseado no conceito de depósito reembolsável para equacionar o problema relacionado à falta de equilíbrio entre a geração e reciclagem de pneus de passeio no Brasil.

4. Apresentação do fluxo e dos agentes envolvidos no modelo proposto

A Figura 3 apresenta um fluxo proposto para a transação do valor do depósito reembolsável. Este fluxo tem como intuito envolver os principais agentes responsáveis pela cadeia de fornecimento do produto, além de seus usuários, objetivando encontrar o equilíbrio entre a geração

e descarte ambientalmente adequado de pneus de passeio, a fim de buscar uma solução para resolver o problema ambiental ocasionado por este tipo de resíduo sólido.

Figura 3 – Fluxo para transação do valor do depósito reembolsável



Fonte: Autoria própria (2009)

O modelo proposto envolve os seguintes agentes:

Reciclanip: O modelo propõe que a empresa Reciclanip seja a responsável pelo gerenciamento do fundo de depósito reembolsável por ser, atualmente, a única empresa no Brasil, mantida pelos fabricantes de pneus novos, responsável pela coleta e destinação ambientalmente adequada dos pneus inservíveis e por possuir todo o conhecimento do processo de coleta e destinação adequada. Sugere-se que a Reciclanip receba um crédito em conta-corrente, aberta para este fim, do valor do depósito reembolsável recebido pelo fabricante quando da venda dos pneus novos aos revendedores autorizados. A Reciclanip gerencia este montante até uma data acordada

em que ela deverá transferir a parte relativa ao valor do depósito reembolsável mensal para as revendas autorizadas de pneus.

Fabricante de pneus: o modelo não pretende alterar o que foi proposto pela resolução CONAMA nº 258/99 onde atribui a responsabilidade pela coleta dos pneus inservíveis aos fabricantes de pneus segundo metas estabelecidas de acordo com a produção de pneus novos. No modelo os fabricantes ao realizarem a venda dos pneus novos para as revendas deverão incluir no preço final do produto o valor referente à parcela do depósito reembolsável e, numa data acordada entre Fabricantes e Reciclanip, transferir o valor arrecadado do depósito reembolsável para a Reciclanip poder gerenciá-lo. Todo este trâmite deve ser realizado através de documentação, por exemplo: ao realizar a venda o fabricante de pneu deverá destacar na nota fiscal o valor cobrado referente à parcela do depósito reembolsável. Quando ocorrer a transferência do valor do DR entre fabricante e Reciclanip, deverá ser informado o valor do montante a ser depositado.

Importadores de pneus: o modelo considera o mesmo trâmite do fabricante.

Montadoras de veículos: no modelo estas empresas deverão pagar o valor do depósito reembolsável para os fabricantes e/ou importadores quando da aquisição dos pneus novos. O valor do depósito reembolsável retornará quando os veículos forem repassados para as revendas.

Revenda de veículos: como o veículo é comercializado com os pneus, estes agentes podem, além de atuar repassando o valor do depósito reembolsável, exercer o trabalho de conscientização junto aos usuários do produto, aconselhando-os a devolver os pneus inservíveis ao final da vida útil nas revendas de pneus e, informar que o valor pago a título de depósito reembolsável do pneu quando o veículo foi adquirido. O valor será devolvido após um período, caso haja a devolução dos pneus velhos no ato da compra dos novos. Caso o veículo adquirido não tenha nenhuma troca de pneu antes da sua venda para outro usuário, o valor do DR poderá ser repassado para o novo comprador do carro.

Usuário do pneu: como o usuário é o último elo da cadeia deste bem, pretende-se através da aplicação do DR estimulá-lo a devolver o pneu usado nas revendas de pneus novos, através da percepção do valor corrigido monetariamente que perderá se não cooperar com o sistema.

Borracheiros e sucateiros: caso o usuário do pneu opte por deixar seus pneus usados com borracheiro, significará que o mesmo decidiu não requerer o valor do depósito reembolsável. O borracheiro, neste caso, poderá vender o pneu usado ao sucateiro, que por sua vez poderá vendê-lo no mercado de sucatas, obtendo desta forma ganho monetário por tal ação.

4.1. Elaboração do modelo proposto para apurar o valor do depósito reembolsável

A partir de dados coletados através da Reciclanip, calcula-se o valor do DR para o pneu radial de passeio. Os dados são:

a) Distribuição de pneus inservíveis inteiros coletados que seguem para as indústrias de co-processamento, cerca de 70%;

b) Distribuição de pneus inservíveis triturados coletados que seguem para as indústrias de co-processamento, cerca de 30%;

c) O custo médio total para coletar, transportar e dar o destino ambientalmente adequado a pneus inservíveis inteiros é de US\$ 140.00/ton;

d) O custo médio total para dar um destino ambientalmente adequado aos pneus inservíveis triturados é de US\$ 185.00/ton;

e) Uma tonelada de pneu equivale a aproximadamente 200 pneus;

f) Os investimentos realizados desde o início das atividades do Programa até 2007, para o gerenciamento das atividades de coleta e destinação ambientalmente adequada dos pneus inservíveis foram de US\$ 55 milhões, correspondendo uma média de US\$ 6.875.000 por ano.

g) Segundo BNDES (2008) o valor do dólar médio referente ao ano de 2007 foi igual a R\$ = 1,79

O modelo desenvolvido é expresso através da seguinte equação:

$$DR = COD_p + CAD_p$$

sendo:

$$COD_p = COD \div QUAD$$

$$COD = (QUAD \times 0,70 \times CUI) + (QUAD \times 0,30 \times CUP)$$

$$CAD_p = (DAM \div QUAD)$$

Portanto:

$$DR = \{(QUAD \times 0,70 \times CUI) + (QUAD \times 0,30 \times CUP) \div QUAD\} + (DAD \div QUAD)$$

onde:

DR = depósito reembolsável

COD_p = custo de coleta e destino ambientalmente adequado por pneu

CAD_p = custo administrativo por pneu

COD = custo total de coleta e destino ambientalmente adequado

QUAD = quantidade coletada e descartada ambientalmente adequada

70% = percentual de pneu enviado inteiro para co-processamento nas indústrias cimenteiras

30% = percentual de pneu enviado triturado para co-processamento nas indústrias cimenteiras

CUI = custo unitário de coleta e destinação ambientalmente adequada de pneus inteiros

CUP = custo unitário de coleta e destinação ambientalmente adequada de pneus triturados

DAM = despesas administrativas

4.2. Cálculo do valor do depósito reembolsável com os dados fornecidos pela Reciclanip

a) CUI = custo de coleta e destino ambientalmente adequado por tonelada de pneus inteiros ÷ quantidade de pneus numa tonelada

$$\text{CUI} = \text{US\$ } 140.00/\text{tonelada} \div 200 \text{ pneus} = \text{US\$ } 0.70/\text{pneu}$$

b) CUP = custo de coleta e destino ambientalmente adequado por tonelada de pneus triturados ÷ quantidade de pneus numa tonelada

$$\text{CUP} = \text{US\$ } 185.00/\text{tonelada} \div 200 \text{ pneus} = \text{US\$ } 0.93/\text{pneu}$$

c) COD_p - custo de coleta e descarte por pneu (desde 1999 - início do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis - até 2007)

$$\text{COD}_p = \text{COD} \div \text{QUAD}$$

$$\text{COD} = (\text{QUAD} \times 0,70 \times \text{CUI}) + (\text{QUAD} \times 0,30 \times \text{CUP})$$

$$\text{COD} = (156.000.000 \text{ pneus} \times 0,70 \times \text{US\$ } 0.70) + (156.000.000 \text{ pneus} \times 0,30 \times \text{US\$ } 0.93) =$$

$$\text{COD} = \text{US\$ } 76,440,000.00 + \text{US\$ } 43,524,000.00 = \text{US\$ } 119,964,000.00$$

$$\text{COD}_p = \text{US\$ } 119,964,000.00 \div 156.000.000 = \text{US\$ } 0.77/\text{pneu}$$

d) CAD = Custo administrativo (de 1999 até 2007)

$$\text{CAD}_p = \text{US\$ } 55,000,000.00 \div 156.000.000 \text{ pneus coletados até dez. } 2007 = \text{US\$ } 0,35/\text{pneu}$$

Conforme informa a Reciclanip (2008), um pneu possui vida útil média de 5 anos e, do início do programa até dezembro de 2007 foram coletados 156.000.000 milhões de pneus, o equivalente a uma média de 19.500.000 milhões de pneus por ano. Para continuar o cálculo a fim de encontrar o valor do depósito reembolsável o modelo considerará as vendas realizadas em 2002 para calcular a diferença de unidades vendidas, mas que ainda não foram coletadas. Segundo a ANIP (2008) foram vendidas no ano de 2002 um total de 28.931.925 milhões de unidades, resultando numa diferença de 9.431.925 milhões de pneus que foram produzidos, mas não coletados no ano de 2007 (28.931.925 pneus vendidos – 19.500.000 pneus coletados).

Portanto:

e) COD_{p1} - custo de coleta e descarte por pneu (diferença entre as vendas de 2002 e a quantidade coletada até 2007)

$$\text{COD}_{p1} = \text{COD} \div \text{QUAD}$$

$$\text{COD}_1 = (\text{QUAD} \times 0,70 \times \text{CUI}) + (\text{QUAD} \times 0,30 \times \text{CUP})$$

$$\text{COD}_1 = (9.431.925 \text{ pneus} \times 0,70 \times \text{US\$ } 0.70) + (9.431.925 \text{ pneus} \times 0,30 \times \text{US\$ } 0.93)$$

$$\text{COD}_1 = \text{US\$ } 4,621,643.25 + \text{US\$ } 2,631,507.08 = \text{US\$ } 7,253,150.33$$

$$\text{COD}_{p1} = \text{COD} \div \text{QUAC}$$

$$\text{COD}_{p1} = \text{US\$ } 7,253,150.33 \div 9.431.925 \text{ pneus} = \text{US\$ } 0.77/\text{pneu}$$

f) CAD_{p1} - custo de coleta e descarte por pneu (diferença entre as vendas de 2002 e a quantidade média coletada até 2007)

$$\text{CAD}_{p1} = (\text{DAM} \div \text{QUAD})$$

$$\text{CAD}_{p1} = \text{US\$ } 6,875,000.00 \div 9.431.925 \text{ pneus} = \text{US\$ } 0.73/\text{pneu}$$

Assim, o valor do depósito reembolsável será:

$$\text{g) DR} = \text{COD}_p + \text{COD}_{p1} + \text{CAD}_p + \text{CAD}_{p1} =$$

$$\text{DR} = \text{US\$ } 0.77 + \text{US\$ } 0.77 + \text{US\$ } 0.35 + \text{US\$ } 0.73 = \text{US\$ } 2.62/\text{pneu}$$

O consumidor ao adquirir um pneu novo realizará o depósito no valor de US\$ 2.62/pneu e, deverá trocar o pneu após 5 anos. O valor do depósito reembolsável recolhido e que ficará sob a responsabilidade da empresa Reciclanip administrá-lo, poderá, por exemplo, ser aplicado numa conta-poupança, devido ao fim social a que se destina. Portanto, considerando que o rendimento acumulado da poupança do ano de 2002 até o ano de 2007 foi igual a 53,9482% (BNDES, 2008) tem-se:

$$\text{h) Rendimento sobre DR} = \text{DR} \times \text{percentual acumulado da poupança durante 5 anos} =$$

$$\text{Rendimento sobre DR} = \text{US\$ } 2.62/\text{pneu} \times 53,9482\% = \text{US\$ } 1.41/\text{pneu}$$

Ou seja, a parte retornável referente ao depósito compulsório deverá ser igual a:

$$\text{US\$ } 2.62/\text{pneu} (\text{depósito}) + \text{US\$ } 1.41/\text{pneu} (\text{rendimento}) = \text{US\$ } 4.03/\text{pneu}$$

Este valor de US\$ 4.03/pneu seria depositado pela Reciclanip na conta-corrente das revendas de pneumáticos participantes do sistema DR para ser devolvido ao consumidor.

5. Conclusão

A aplicação de uma medida que busque o ajuste ambiental, como a aplicação do depósito reembolsável, pode significar mudanças no comportamento da sociedade em relação ao desenvolvimento econômico e proteção do meio ambiente. Assim, este artigo apresentou um modelo econômico, baseado no sistema depósito reembolsável, envolvendo um fluxo onde os diversos participantes da cadeia de fornecimento do pneu novo, mais o consumidor do produto estão envolvidos. A participação de todos os agentes é fundamental para que haja a divisão equitativa da responsabilidade pela gestão eficiente do pneu. Sendo que o diferencial da aplicação deste fluxo reside no fato de que todos os agentes participam sem haver prejuízo financeiro, ou seja, o valor que for recolhido a título de depósito em algum momento será devolvido. Conforme o modelo apresentado utilizando-se como exemplo o pneu radial de passeio, o consumidor ao adquirir o pneu novo deverá realizar um depósito no valor de US\$ 2.62/pneu e, após cinco anos, prazo

médio de vida de um pneu, ao efetuar a troca do pneu usado e devolvê-lo a revenda receberá US\$ 4.03/pneu.

Abstract

O artigo tem como objetivo propor uma solução para o problema oriundo da falta da destinação adequada do resíduo sólido pneu no Brasil. Tendo em vista a legislação brasileira, os participantes da indústria de pneumáticos, produtores e revendedores de carros e consumidores, foi desenvolvido um modelo econômico baseado no sistema depósito reembolsável. Este tem como foco incentivar a devolução do pneu pelo usuário envolvendo-o na responsabilidade para que seja possível encontrar o equilíbrio entre a geração e reciclagem do pneu. Estima-se um valor de depósito de US\$ 2.62/pneu no ato da compra, sendo este retornável ao consumidor corrigido monetariamente ao final da vida útil do pneu.

Key-words:

Referências

AALBERS, R.F.T., VOLLEBERGH H.R.J. **An Economic Analysis of Mixing Wastes**, Tinbergen Institute Discussion Paper. Institute for Economic Research of the Erasmus University of Rotterdam, 2005.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br>> Acesso em: junho 2007.

ANDERSON R.C., LOHOF A.Q. **The United States Experience with the Economic Incentives in Environmental Pollution Control Policy**. Report Series Economic Incentives to Control Environmental Pollution. EPA Project, United States, 2001.

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Disponível em: <<http://www.anip.com.br>> Acesso em: fevereiro 2008.

BELLIA, V. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. Brasília, IBAMA, 1996.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br>> Acesso em: fevereiro 2008.

BYRNS, R.T., STONE, G.W, **Microeconomia**. São Paulo, Makron Books, 1996.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>> Acesso em: junho 2008.

CHANG, N. Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan. **Journal of Environmental Management**. v. 86, pp. 435-450, 2008.



CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**, Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo, Atlas, 1999.

FISHER, S., DORNBUSCH, R. **Introduction to Macroeconomics**, Estados Unidos, McGraw-Hill Companies, 1983.

GOMES, J.A., Ogura, S.K. **Tratamento e Reaproveitamento de Pneus Usados**. Cetesb: São Paulo, 1993.

GUIMARÃES, P.C., DEMAJOROVIC, V., Jacques & OLIVEIRA, R.G. Estratégias Empresariais e Instrumentos Econômicos de Gestão Ambiental. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 5 (set/out), p. 72-82, 1995.

HAHN, R. W. The impact of economics on environmental policy. **Journal of Environmental Economics and Management**. v. 39, n. 3, pp. 375-399, 2000.



MACKOY, R.D., CALATONE, R., DRÖGE, C. Bridging the divide between the consumption culture and environmentalism. **Environmental Marketing**, Estados Unidos, Haworth Press, 1995.

MROZEK, J.R, Revenue Neutral Deposit/Refund Systems. **Environmental Resource Economics**, v. 17, pp. 183-193, 2000.



OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. **Project and Policy Appraisal: Integrating Economics and Environment**. Paris. pp. 346, 1994a.

OLIVEIRA, J.A.P **Instrumentos Econômicos para Gestão Ambiental: lições das experiências nacional e internacional**. Série Construindo os Recursos do Amanhã, v. 3. Salvador: Centro de Recursos Ambientais/NEAMA, 2003.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 258/99 Disponível em: <<http://www.conama.org.br>> Acesso em: junho 2007.

RING, I. Evolutionary strategies in environmental policy. **Ecological Economics**, n. 23, pp. 237-249, 1997.



SACHS, I. **Rumo à Ecosocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 2007.

SCHMIDHEINY, S. **Mudando de Rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente**. World Business Council for Sustainable Development – WBCSD, FGV, 1992.

WIDMER R, OSWALD-KRAPF H, SINHA-KHETRIWAL S. Global perspectives on e-waste. **Environ Impact Assess**. v. 25, n. 5, pp. 436–58, 2005.



Dados dos autores:

Nome completo: **Luciangela Mattos Galletti da Costa**

Filiação institucional: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Departamento: Coppe, engenharia de Produção

Função ou cargo ocupado: Aluna de doutorado

Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP): Rua Barão de Ipanema, 32/604, Copacabana, Rio de Janeiro, 22.050-032

Telefones para contato: (21) 2236 4597

e-mail: lucia.galletti@oi.com.br

Nome completo: **Heloisa Márcia Pires**

Filiação institucional: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Departamento: Coppe, engenharia de Produção

Função ou cargo ocupado: Professora

Endereço completo para correspondência (bairro, cidade, estado, país e CEP): Rua Barão de Ipanema, 32/604, Copacabana, Rio de Janeiro, 22.050-032

Telefones para contato: (21) 2236 4597

e-mail: heloisam@pep.ufrj.br