

A Logística Reversa: o caso da destinação de pneus inservíveis no Brasil

Área temática: Abordagens e técnicas de gestão ambiental

Daniela Bacchi Bartholomeu, José Eduardo Holler Branco, José Vicente Caixeta Filho, Maria Andrade Pinheiro

Resumo

A partir da Resolução CONAMA nº 258/99, que regulamenta o processo de destinação final de pneumáticos, observou-se a estruturação de uma cadeia de logística reversa de pneus inservíveis no país, que vem se consolidando ao longo do tempo. Esta logística reversa inclui desde a coleta de pneus nos municípios até sua destinação final, especialmente via co-processamento em fornos de cimenteiras.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar a cadeia logística reversa de pneus inservíveis no país, a partir da análise do ambiente institucional e do levantamento de dados primários e secundários. Também avança no sentido de estimar a geração de pneus inservíveis para todos os municípios brasileiros, vis-a-vis a oferta de infraestrutura de destinação disponível no país.

Com isso, foi possível observar que o país ainda enfrenta gargalos importantes no descarte desse tipo de resíduo, relacionados principalmente à oferta e à localização da infraestrutura para destinação existente, bem como ao processo logístico envolvido. Por outro lado, é interessante destacar a alternativa encontrada para seu aproveitamento, envolvendo a coordenação de uma série de empresas e instituições. Como resultado, o resíduo foi transformado em matéria-prima de alto valor, substituindo parte da energia fóssil utilizada na fabricação de cimento.

Abstract

The CONAMA Resolution 258/99, which regulates the disposal procedure for tires, allowed the structuring of a reverse logistics chain of scrap tires in the country. This includes reverse logistics from the collection of tires in the cities until its final destination, especially via co-processing in cement kilns.

This study aims to characterize the reverse logistics chain of scrap tires in the country, from the analysis of the institutional environment and from the identification of primary and secondary data. Also estimates the generation of scrap tires for all Brazilian municipalities, vis-à-vis the provision of infrastructure available in the destination country.

It was possible to notice that the country still faces significant bottlenecks in the disposal of such waste, primarily related to supply and location of existing infrastructure for disposal, and the logistical process involved. Moreover, it is interesting to highlight the alternative found for use, involving the coordination of a number of companies and institutions. As a result, the residue was transformed into a high value raw material, replacing part of the fossil energy used in cement manufacture.

Palavras-chave: pneus inservíveis, logística reversa, destinação

1. INTRODUÇÃO

O progresso econômico, o desenvolvimento industrial e o aumento dos níveis de consumo têm resultado em crescente geração de resíduos, das mais diversas naturezas e características. Neste contexto, a gestão da cadeia reversa deve viabilizar o processo de reciclagem ou reaproveitamento, de maneira que grande parte dos resíduos seja reintroduzido no ciclo produtivo.

Merece destaque, neste cenário, o descarte de pneus inservíveis no país. Dados do DENATRAN (2009) indicam que foram produzidas 61,5 milhões de unidades de pneus em 2008 no Brasil. Para os próximos anos, essa questão mostra-se ainda mais proeminente, já que a frota de veículos no país vem aumentando de maneira acelerada.

Quando um pneu atinge o fim de sua vida útil, ele se torna um resíduo inerte, e deve ser corretamente descartado. Este pneu, agora denominado “inservível”, constitui outra fonte de preocupação ambiental moderna, devido, principalmente, à elevada – e crescente – quantidade descartada no país nos últimos anos, decorrência direta do crescimento da frota de veículos leves e pesados no país, e ao longo período de decomposição dos pneus (apesar de ainda incerto, sabe-se que é superior a 100 anos).

Seu descarte em locais inadequados, como rios e cursos d’água em geral, provoca a obstrução da passagem da água, aumentando o risco de enchentes nas cidades. Em terrenos baldios, por outro lado, os pneus podem constituir ambiente propício à procriação de insetos transmissores de doenças, principalmente a dengue, colocando em risco a saúde pública.

A gravidade dos problemas ambientais e sanitários gerados pelo descarte incorreto de pneus inservíveis fez com que a questão fosse objeto de regulamentação específica, envolvendo a indústria de pneumáticos. As exigências legais contribuíram para a consolidação de uma cadeia logística reversa de coleta e destinação final desse tipo de resíduo, cuja caracterização constitui o objetivo geral deste estudo.

Foi a partir da Resolução CONAMA nº 258/99, que o processo de destinação final de pneumáticos começa a ser regulamentado, constituindo o que se pode-se chamar, atualmente, de uma cadeia de logística reversa de pneus inservíveis. Ainda em fase de consolidação, esta logística reversa inclui desde a coleta de pneus nos municípios até sua destinação final, em unidades homologadas junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Observou-se que o país enfrenta gargalos importantes no descarte desse tipo de resíduo, relacionados principalmente à oferta de unidades homologadas de destinação, bem como às respectivas localizações destas unidades e ao processo logístico envolvido. Por outro lado, é interessante destacar a alternativa encontrada para o aproveitamento de pneus inservíveis, envolvendo a coordenação de uma série de empresas. O arranjo institucional, baseado nas legislações federais e organismos criados para gerenciar e coordenar essa cadeia logística, acabou por transformar este resíduo em matéria-prima de alto valor para diversos segmentos econômicos.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

O objetivo geral deste estudo é caracterizar o caso da logística de pneus inservíveis no Brasil, fundamentando esta descrição a partir da análise do ambiente institucional e do levantamento de dados primários e secundários que pudessem subsidiar a estruturação desta cadeia. Adicionalmente, avança no sentido de estimar a geração de pneus inservíveis para

todos os municípios brasileiros, vis-a-vis à oferta de infraestrutura de destinação disponível no país.

A coleta de dados primários, realizada entre janeiro e março de 2010, foi feita através de pesquisa de campo e entrevistas junto aos principais agentes envolvidos na cadeia reversa de pneus, buscando informações qualitativas que indicassem a lógica do sistema e auxiliassem na identificação de potenciais dificuldades e gargalos envolvidos. Foram visitadas unidades de destinação de pneus inservíveis no estado de São Paulo, alguns pontos de coleta em municípios que possuem parceria com a Reciclanip e a própria Reciclanip. Também foram realizados contatos junto a órgãos envolvidos neste ambiente institucional, tal como o IBAMA e a ANIP.

Além disso, foi feita uma ampla revisão de literatura e consulta a sites de instituições correlatas para levantamento de dados secundários, de forma a traçar um panorama detalhado da configuração atual da cadeia logística reversa de pneus inservíveis no país, considerando, inclusive, a infraestrutura atual e as organizações envolvidas no processo.

Para estimar a geração de pneus inservíveis no país, foi adotada a eq. (1), que determina o mercado de reposição de pneus, definido pela Resolução CONAMA 416/1999. O peso a ser destinado é calculado a partir de um fator de desgaste de 30% sobre o peso¹ do pneu novo produzido ou importado.

$$MR = (P + I) - (E + EO) \quad \text{Eq.1}$$

onde:

MR = Mercado de Reposição de pneus;

P = total de pneus produzidos;

I = total de pneus importados;

E = total de pneus exportados; e

EO = total de pneus que equipam veículos novos.

A partir do mercado de reposição de pneus, estimado em aproximadamente 25 milhões de unidades para o ano de 2009, foi feita uma ponderação para todos os municípios do país em função da respectiva frota de veículos, a partir dos dados do DENATRAN para este mesmo ano. Com isso, foi possível estimar a geração de pneus inservíveis para todos os municípios, de modo a possibilitar uma sobreposição com a infraestrutura de destinação existente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do Ambiente Institucional

A preocupação em regulamentar os processos de destinação final de pneus ou pneumáticos² é relativamente recente, e vem sendo principalmente liderada pelas ações do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. A partir destas ações, começou-se a estruturar uma cadeia de logística reversa de pneus inservíveis no país, envolvendo também o IBAMA e instituições criadas pela indústria de pneumáticos (tais como a Reciclanip) para tratar diretamente do assunto e garantir o cumprimento das Resoluções.

¹ Pneu de automóvel: peso médio do pneu novo: 8,5 kg; peso do pneu inservível: 5 kg. Pneu de carga: peso do pneu inservível: 40 kg (IN no 8 do IBAMA, citado por Lagarinhos e Tenório, 2008).

² Pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rotação em veículos automotores e bicicletas (Resol. CONAMA n° 301/2002).

O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e possui a finalidade de assessorar, estudar e propor diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (MMA, 2010; Brasil, 1990). O CONAMA foi instituído em 1981, pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

Com relação à destinação final de pneumáticos no país, o CONAMA iniciou as regulamentações há pouco mais de uma década, a partir da aprovação da Resolução nº 258/99, que determinava a obrigação, por parte das empresas fabricantes e das importadoras de pneumáticos, de coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Em 2002, suas disposições são alteradas com a Resolução 301/2002. No final de 2009, a matéria passou a ser regida pela Resolução 416/2009, que revoga as Resoluções anteriores e dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

a. As Resoluções CONAMA 258/1999 e 301/2002

Em face da magnitude dos problemas ambientais e a saúde pública causados pela disposição inadequada dos resíduos de pneus inservíveis, foi aprovada a Resolução CONAMA nº 258/1999. Esta Resolução tornava obrigatória a disposição de resíduos de pneus inservíveis de maneira adequada, proibia determinadas condutas e estipulava prazos para a destinação dos resíduos. De acordo com essa regulamentação, “as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução, compreendendo as quantidades fabricadas e/ou importadas”. Para tanto, seu Art. 3º determinava metas para a destinação final dos pneus inservíveis, reproduzidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Metas de destinação final adequada para pneus produzidos ou importados

Data de início	Quantidade produzida ou importada	Destinação final por empresas fabricantes ou importadoras
1º de janeiro de 2002	para cada 4 pneus novos fabricados no país ou importados	empresas fabricantes e importadoras deverão dar destinação final a 1 pneu inservível
1º de janeiro de 2003	para cada 2 pneus novos fabricados no país ou importados	
1º de janeiro de 2004	para cada 1 pneu novo fabricado no país ou importado	empresas fabricantes e importadoras deverão dar destinação final a 5 pneus inservíveis
	para cada 4 pneus reformados importados	
1º de janeiro de 2005	para cada 4 pneus novos fabricados no país ou importados	empresas fabricantes e importadoras deverão dar destinação final a 5 pneus inservíveis
	para cada 3 pneus reformados importados	as empresas importadoras deverão dar destinação final a 4 pneus inservíveis

Fonte: Elaborado a partir da Resolução CONAMA nº 258/1999.

A Resolução no 258/1999 também determinava que, a partir da data de sua publicação, “fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais

como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto” (Art. 9º).

Como alternativa, criava a possibilidade para fabricantes e importadores criarem centrais de recepção de pneus inservíveis para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

Tês anos depois, a Resolução 301/2002 alterou os dispositivos da resolução 258, restringindo a obrigatoriedade de destinação final adequada às empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos para uso em veículos automotores e bicicletas.

b. A Resolução CONAMA 416/2009

Em 30 de setembro de 2009 foi aprovada a Resolução CONAMA nº 416, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Conforme o Art. 1 desta Resolução, os fabricantes e os importadores de pneus novos que tenham peso unitário superior a dois quilos, ficam obrigados a coletar e dar destinação aos pneus inservíveis existentes no território nacional. O Art. 3º determina que para cada pneu novo comercializado no mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar a destinação adequada a um pneu inservível.

Nos termos desta Resolução, são considerados como destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis os “procedimentos técnicos em que os pneus são descaracterizados de sua forma inicial, e que seus elementos constituintes são reaproveitados, reciclados ou processados por outra(s) técnica(s) admitida(s) pelos órgãos ambientais competentes, observando a legislação vigente e normas operacionais específicas” (Resolução 416/2009). Desta forma, é possível a utilização de pneus inservíveis como combustível em processos industriais, desde que exista norma específica para tal. Por outro lado, ficam vedados o armazenamento ou a queima de pneus a céu aberto, assim como sua disposição final em corpos de água, terrenos baldios ou alagadiços e em aterros sanitários.

Além disso, o Art. 9º determina que “os estabelecimentos de comercialização de pneus são obrigados, no ato da troca de um pneu usado por um pneu novo ou reformado, a receber e armazenar temporariamente os pneus usados entregues pelo consumidor, sem qualquer tipo de ônus para este, adotando procedimentos de controle que identifiquem a sua origem e destino”. Com isso, estabelece-se um sistema de logística reversa para destinação correta de pneus inservíveis.

A Resolução 416/2009 ainda determina a elaboração de um plano de gerenciamento de coleta, armazenamento e destinação de pneus inservíveis (PGP) pelos fabricantes e importadores de pneus novos.

c. A Reciclanip

A Reciclanip é uma entidade sem fins lucrativos criada em 2007 pelos fabricantes de pneus novos³ para coletar e destinar pneus inservíveis no Brasil. Ela originou-se a partir do “Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis” implantado em 1999 pela Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP.

Com o passar do tempo, o Programa foi ampliando sua atuação em termos de regiões atendidas, levando os fabricantes a criar uma entidade voltada exclusivamente para a coleta e destinação de pneus no Brasil. Atualmente, a Reciclanip conta com mais de 460 pontos de

³ Bridgestone Firestone, Goodyear, Michelin e Pirelli.

coleta distribuídos em 22 estados brasileiros. Até março de 2009, ou seja, após dois anos da criação do programa, haviam sido destinados o equivalente a 200 milhões de pneus de automóveis pela Reciclanip (Reciclanip, 2010).

d. O IBAMA

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis é uma autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente – MMA.

Dentre suas principais atribuições, o IBAMA deve exercer o poder de polícia ambiental; executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental; e executar as ações supletivas de competência da União de conformidade com a legislação ambiental vigente (IBAMA, 2010).

Com relação ao processo de destinação de pneus inservíveis, o IBAMA possui o papel de homologar as empresas destinadoras. Conforme será descrito, para que a destinação do pneu inservível seja reconhecida como correta e, portanto, considerada para fins de contabilização junto à Resolução do CONAMA, a unidade destinadora deve declarar a quantidade de pneus tratada. Esta declaração somente será considerada como um certificado válido se a empresa destinadora for homologada junto ao IBAMA.

3.2 Caracterização da logística reversa para coleta e destinação final de pneus

Logística reversa é uma área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo “e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, competitivo e de imagem corporativa, entre outros” (Lagarinhos e Tenório, 2008).

Conforme exposto, o processo de Regulamentação instituído pelo CONAMA impulsionou a estruturação de uma logística reversa de pneus inservíveis. Ainda recente e com algumas dificuldades práticas, esta cadeia constitui uma alternativa para minimizar um relevante passivo ambiental, criando uma solução interessante através de um novo ambiente institucional que permitisse a criação de uma estrutura composta por empresas fabricantes de pneumáticos, instituições focadas no assunto, prefeituras municipais e empresas de pré-tratamento e destinadoras. Neste sentido, a cadeia de logística reversa de pneus é ampla, envolvendo, inclusive, a participação da sociedade nas fases iniciais.

A Figura 1 ilustra as etapas logísticas relacionadas aos fluxos do ciclo de vida do pneu, desde que é fabricado até o momento em que é destinado.



Figura 1 – Ciclo de vida do pneu
 Fonte: Reciclanip (2009)

Segundo Lagarinhos e Tenório (2008), quando os consumidores deixam os pneus nos distribuidores e revendedores após a troca, ou nos pontos de coleta após o término da vida útil, é realizada uma triagem na qual os pneus são classificados como servíveis ou inservíveis. É neste momento que inicia-se a logística reversa de um pneu inservível, que, devido ao estado da carcaça e da banda de rodagem, não pode mais ser reformado, sendo então encaminhado para o processo de pré-tratamento: a separação da borracha, a separação do aço e das fibras têxteis. Os pneus considerados servíveis podem ser vendidos no comércio de pneus usados, como pneus meia-vida, ou podem ser reformados, através dos processos de recapagem, recauchutagem ou remoldagem.

Assim, quando um pneu chega ao fim de sua vida útil, deve ser encaminhado para uma revenda de pneus, uma borracharia, ou diretamente para um Ponto de Coleta de pneus da Prefeitura Municipal. Os Pontos de Coleta de Pneus (ou também chamados EcoPontos, nos casos das cidades que possuem convênio de cooperação com a Reciclanip) funcionam como centros de recepção de pneus usados, disponibilizados e administrados pelas Prefeituras Municipais, e para onde são levados os pneus recolhidos pelo serviço de Limpeza Pública ou levados diretamente pelos borracheiros, munícipes, revendas de pneus, entre outros (RECICLANIP, 2009). Esta etapa corresponde, portanto, a uma iniciativa da Prefeitura municipal, e os custos envolvidos dizem respeito à disponibilização e ao gerenciamento do local de armazenamento de pneus (ponto de coleta).

O processo de logística reversa gerenciado pela Reciclanip segue este padrão. Até meados de 2010, a Reciclanip contava com convênio de cooperação com mais de 460 municípios distribuídos em 22 estados brasileiros (Reciclanip, 2010).

Uma vez depositados nos pontos de coleta, a Reciclanip assume a responsabilidade pela gestão da logística de transporte de pneus inservíveis. Quando o volume de pneus nos Pontos de Coleta atinge um determinado limite, a Reciclanip é contatada para que providencie a retirada e o transporte para a destinação. As transportadoras envolvidas são contratadas pela Reciclanip, que gerencia a logística de retirada e locais de destinação correspondente. Assim, os fluxos dos pneus inservíveis são bastante variados, sendo determinados conforme as necessidades de retirada e de suprimento junto às unidades de destinação.

Conforme as características da empresa de destinação final, o pneu precisa passar por um processo de trituração prévio, ou eventualmente, pode seguir diretamente do EcoPonto até a destinação. Após serem triturados ou picotados, os pneus são reaproveitados. Segundo a Reciclanip (2009), no Brasil a forma mais comum para o reaproveitamento dos pneus é como

combustível alternativo para as cimenteiras (cerca de 85% da destinação final), outros usos compreendem a fabricação de solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poli-esportivas, pisos industriais e tapetes para automóveis.

As seções seguintes detalham as etapas deste processo logístico, enfatizando a geração (ou descarte) de pneus inservíveis e os processos de destinação final.

3.2.1. A produção de pneumáticos e o descarte de pneus inservíveis no Brasil

Conforme informações publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria brasileira de pneus produziu em 2009 um total de 61,3 milhões de unidades. A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos - ANIP, que conta com oito empresas associadas, foi responsável pela produção de 53,8 milhões de unidades neste mesmo ano, respondendo por 87% da produção total brasileira. A produção da ANIP é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção de pneumáticos pela indústria brasileira

Pneumáticos	Total 2007 (milhares)	Total 2008 (milhares)	Total 2009 (milhares)	Participação 2009 %	Crescimento 2009/2008 %
Carga	13.377	13.209	6.034	11%	-54%
Automóveis	28.791	29.591	27.492	51%	-7%
Subtotal	42.168	42.801	33.526	62%	-22%
Motocicletas	13.725	15.249	11.822	22%	-22%
Outros	1.354	1.640	8.463	16%	416%
Total	57.247	59.690	53.811	100%	-10%

Fonte: ANIP (2010).

Além disso, dados da ANIP também indicam que cerca de 4,7 milhões de unidades foram importadas, outros cerca de 40% dos pneus fabricados foram vendidos para o mercado de reposição de pneus, 30% foram destinados para exportação e 30% foram entregues para as montadoras de veículos novos. Assim, o mercado de reposição de pneus inservíveis em 2009 foi estimado em aproximadamente 25 milhões de unidades.

A partir daí, foi estimada a geração de pneus por município brasileiro, considerando a proporção na frota nacional, com base nos dados do DENATRAN. A Figura 2 ilustra a distribuição espacial do descarte de pneus no país, destacando a participação dos municípios dos estados da região Sul e Sudeste neste descarte. Os dados apresentados evidenciam o desafio para prover destinação adequada para a grande quantidade de pneus que é descartada no país.

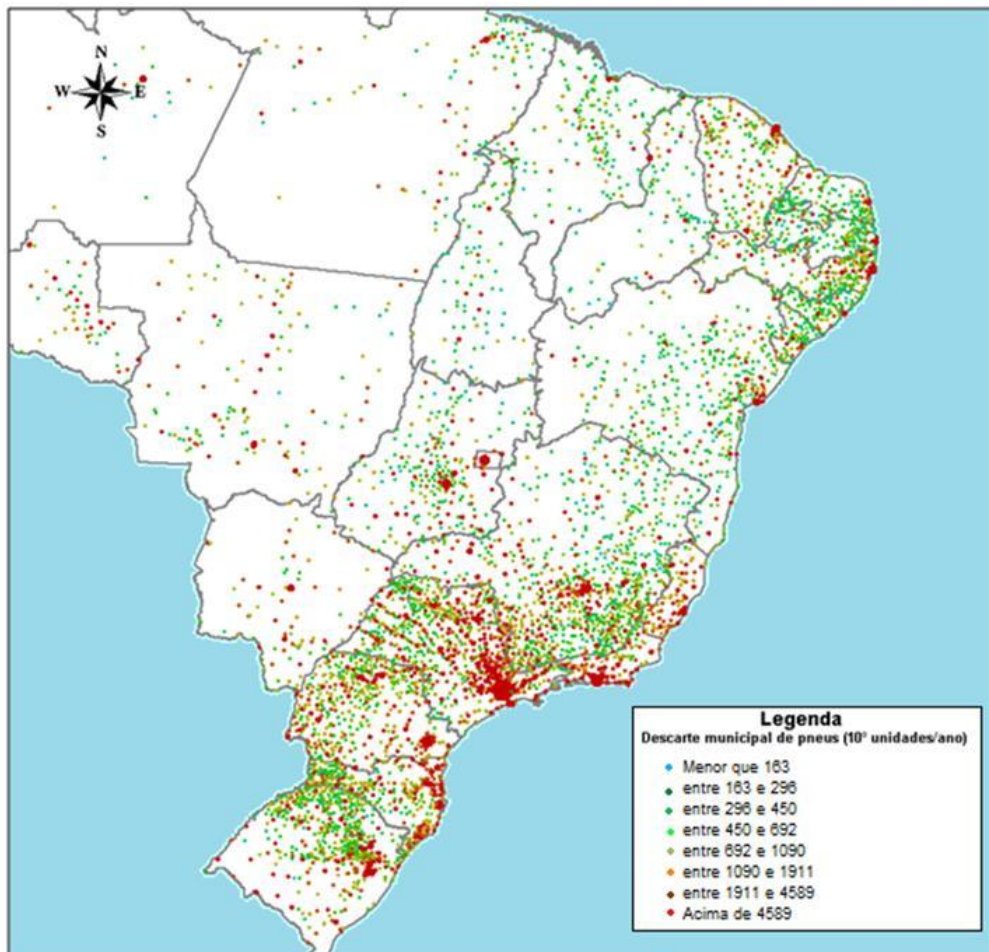


Figura 2 - Descarte municipal de pneus (10³ unidades/ano)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da ANIP (2010) e RECICLANIP (2010)

3.2.2. A destinação final de pneus inservíveis no Brasil

O encaminhamento dos pneus inservíveis até os pontos de coleta constitui a primeira etapa do fluxo logístico. Neste sentido, os municípios envolvidos neste processo devem contar com uma infraestrutura mínima para receber os pneus e mantê-los armazenados até que sejam corretamente destinados pela indústria de pneumáticos. Apesar de crescente, observa-se que apenas 8% dos municípios brasileiros⁴ possuem convênio de cooperação mútua com a Reciclanip, mantendo Ecopontos para armazenamento dos pneus inservíveis em condições pré-definidas a partir deste convênio. Certamente, alguns municípios possuem iniciativa própria e não precisam estar, necessariamente, conveniados junto à Reciclanip para que exista uma logística de destinação de pneus inservíveis no município. Entretanto, dada a representatividade das indústrias de pneumáticos associadas à Reciclanip em relação à produção total de pneus, este quadro reflete um cenário muito próximo à realidade.

A Figura 3 apresenta os municípios que possuem convênio de cooperação mútua com a Reciclanip para manutenção de pontos de coleta de pneus inservíveis bem como unidades de destinação homologadas pelo IBAMA. Nota-se que grande parte dos pontos de coleta está concentrada nos estados das regiões Sul e Sudeste, maiores geradores de pneus inservíveis. Entretanto, verifica-se enorme carência de pontos de coleta nos municípios das regiões

⁴ Atualmente existem cerca de 460 pontos de coleta cadastrados junto a Reciclanip.

Nordeste, Centro-Oeste e Norte, indicando que dificilmente estas cidades estão sendo atendidas quanto à necessidade de escoamento e destinação final dos pneus.

Atualmente existem 75 empresas destinadoras homologadas junto ao IBAMA, sendo que as regiões Sul e Sudeste também acabam concentrando maior número destas unidades, destacando-se os estados do Paraná, Minas Gerais e São Paulo, com 23%, 20% e 19%, respectivamente (conforme pode ser visualizado na Figura 4). Entretanto, segundo a própria Reciclanip⁵ a capacidade destas unidades não é suficiente para destinar toda a quantidade necessária devido ao elevado destarte observado nesta região. Consequentemente, é comum o encaminhamento de parte dos pneus inservíveis para tratamento em outras regiões, configurando fluxos intermunicipais de longas distâncias, o que acaba onerando as operações logísticas.

Esse cenário ressalta que ainda serão necessários muitos esforços para a consolidação de uma logística reversa eficiente em todo o país.

De qualquer modo, é importante destacar que uma série de tecnologias vem sendo desenvolvidas ou já estão sendo utilizadas para fins de reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus. Lagarinhos e Tenório (2008) listam algumas destas tecnologias utilizadas no Brasil: “recapagem, recauchutagem e remoldagem de pneus; co-processamento em fornos de cimenteiras; retortagem ou co-processamento de pneus com a rocha de xisto pirobetuminoso; pavimentação com asfalto-borracha; queima de pneus em caldeiras; utilização na construção civil; regeneração de borracha; desvulcanização; obras de contenção de encostas (geotecnia); indústria moveleira; equipamentos agrícolas; mineração; tapetes para reposição da indústria; solados de sapato; cintas de sofás; borrachas de rodos; pisos esportivos; equipamentos de playground; tapetes automotivos; borracha de vedação; confecção de tatames; criadouros de peixes e camarões; amortecedores para cancelas em fazendas; leitos de drenagem em aterros, entre outras.” O aço retirado dos pneus antes do processo de trituração também é reaproveitado pelas indústrias siderúrgicas.

Devido ao elevado poder calorífico dos pneus inservíveis, a Reciclanip (2010) destaca como uma das formas mais comuns de reaproveitamento o seu uso como combustível alternativo ao coque de petróleo em fornos de cimenteiras. Assim, atualmente o co-processamento representa mais de 85% da destinação final dos pneus recolhidos pela Reciclanip.

Outros usos dos pneus são verificados na laminação e fabricação de artefatos de borracha, tais como solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poli-esportivas, pisos industriais, além de tapetes para automóveis. Mais recentemente, está sendo estudada a viabilidade de utilização dos pneus inservíveis como componentes para a fabricação de manta asfáltica e asfalto-borracha.

Dados do CEMPRE (2006), citados por Motta (2008) indicam que, entre 1999 e 2004, 39% das 386 mil t de pneus inservíveis geradas pelo país foram destinadas a fornos de clínquer das cimenteiras, resultando numa média anual de 25 mil t. “Em 2004, das 146 mil t de pneus inservíveis, 56,06% foram destinados para a produção de combustível alternativo, 17,65% para laminação, 19,65% para artefatos/matéria – prima e 6,64% para exportação” (Motta, 2008, p. 176). Entretanto, conforme Lagarinhos e Tenório (2008), as principais destinações de tratamento de pneus no Brasil têm sido a laminação, trituração e fabricação de artefatos de borracha, que representaram 50,02% do total destinado em 2006. O co-processamento em fornos de cimenteiras respondeu por 35,73% do total destinado naquele ano.

⁵ Informação obtida através de visita à Reciclanip.

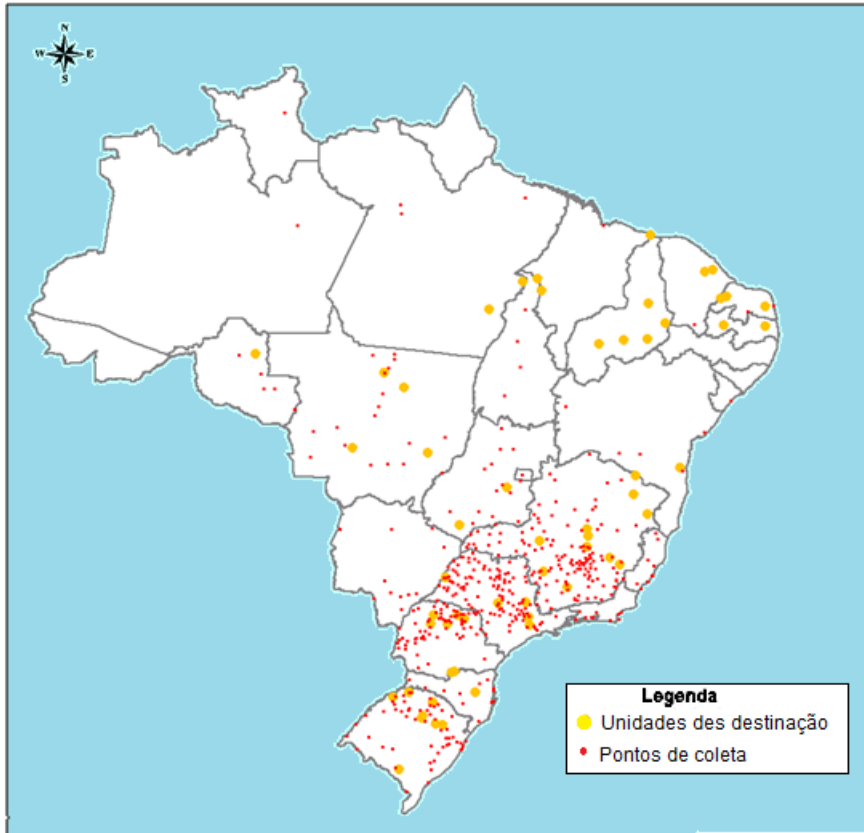


Figura 3 - Localização dos pontos de coleta de pneus inservíveis e da empresas destinadoras homologados pelo IBAMA

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados da RECICLANIP (2010) e IBAMA (2010)

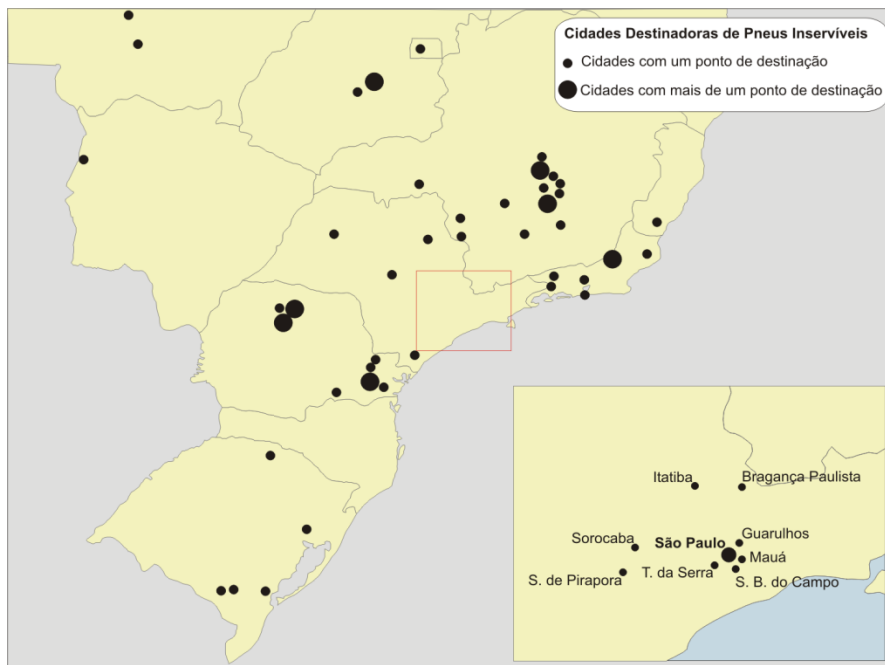


Figura 4 – Número de empresas destinadoras homologados pelo IBAMA nas regiões S e SE

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do IBAMA (2010)

A seguir, são brevemente descritas as formas de destinação relacionadas ao co-processamento em fornos de cimenteiras, ao co-processamento com rocha de xisto pirobetuminoso e a queima de pneus em caldeiras.

- Co-processamento em Fornos de Cimenteiras

O co-processamento dos pneus nos fornos de clínquer proporciona o aproveitamento térmico dos pneus, reduzindo a queima de combustíveis fósseis não renováveis. Ademais, incorpora ao clínquer, o aço contido nos pneus.

No Brasil, as atividades de co-processamento de resíduos iniciaram-se na década de 90 no estado de São Paulo, sendo posteriormente estendidas a algumas unidades no Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Lagarinhos e Tenório (2008) afirmam que a capacidade atual de co-processamento de pneus é de aproximadamente 350.000 toneladas por ano, com potencial para atingir 700.000 t/ano.

Os autores supra-citados apontam uma série de vantagens da utilização de pneus nos fornos de cimenteiras em substituição de combustíveis tradicionais não-renováveis, como óleo, gás natural e carvão. Entre elas, destacam-se as menores quantidades de SO₂ e NO_x; a capacidade do clínquer de incorporar o aço contido nos pneus; e a redução do custo de produção do cimento. Além disso, o ambiente de produção do cimento (meio alcalino e presença de sulfatos, além do tempo de residência elevado) dificulta a formação de dioxinas e furanos. Também citam estudo da United States Environmental Protection Agency (USEPA), destacando as vantagens do elevado poder calorífico do pneu, que possui a mesma quantidade de energia do óleo utilizado nos fornos de cimento e 25% a mais com relação ao carvão. A combustão completa do pneu permite eliminar todos os resíduos, e sua queima auxilia a estabilidade térmica durante o processo.

- Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso

No final da década de 90, a Petrobras desenvolveu um processo chamado Petrosix para a retortagem do xisto, por meio de pirólise a 480 °C. O material com a mistura de pneus triturados (5%) e de rocha de xisto pirobetuminoso (95%) é transportado até a parte superior da retorta, onde é descarregado pelo topo. O aquecimento provoca a vaporização da matéria orgânica contida no xisto e pneus, gerando gás e óleo (Lagarinhos e Tenório, 2008).

Neste processo, para cada 1 tonelada de pneus co-processados são gerados 530 kg de óleo, 40 kg de gás, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço.

Segundo Lagarinhos e Tenório (2008), em 2006 foram utilizadas 2,48 mil toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 497,19 mil pneus de automóvel, ou seja, 1,03% do total da reciclagem do ano, mas a Petrobras tem capacidade para absorver 27 milhões de pneus usados por ano.

- Queima de Pneus em Caldeiras

Os pneus inservíveis estão sendo utilizados também como combustível para caldeiras desde 2003, em decorrência do poder calorífico da borracha ser bastante elevado. O processo utiliza 5% em massa de pneus inservíveis triturados e 95% em massa do bagaço da cana-de-açúcar. O poder calorífico da mistura gira em torno de 2.150 kcal/kg, gerando vapor de baixa-pressão. Em 2004 foram queimados 1,8 milhões de pneus usados em caldeiras no país (Lagarinhos e Tenório, 2008).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto, a estruturação da cadeia de logística reversa de pneus inservíveis está intimamente relacionada ao ambiente institucional que vem sendo consolidado principalmente a partir das Resoluções do CONAMA. Com isso, as fabricantes de pneumáticos passam a ser responsáveis pela correta destinação dos pneus inservíveis, e surge a necessidade de uma ação conjunta no sentido de criar as bases necessárias para garantir o respeito às regulamentações em questão, envolvendo a coordenação de uma série de empresas e instituições. Estas bases dizem respeito a criação de organismos especializados na gestão da cadeia logística, bem como da infraestrutura de coleta e destinação de pneus inservíveis.

A partir da estimativa do mercado de reposição, foi possível estimar o descarte de pneus inservíveis por municípios no Brasil, concentrado nas regiões Sul e Sudeste. Por outro lado, com o auxílio dos dados da Reciclanip e do IBAMA, foi possível visualizar as localizações e a distribuição geográfica de pontos de coleta de de empresas de destinação final de pneus inservíveis.

Neste sentido, fica clara a existência de gargalos relacionados à infraestrutura de coleta e destinação existente, já que esta infraestrutura não está corretamente dimensionada no que diz respeito à abrangência e à necessidade de coleta e destinação em função das concentrações do descarte. Com isso, os fluxos de pneus inservíveis acabam sendo caracterizados por rotas de longas distâncias entre os locais de coleta e os de destinação. Esse aspecto é compreensível, já que esta logística reversa é relativamente nova e está em fase de estruturação. Se por um lado os pontos de coleta estão concentrados em grandes regiões geradoras de pneus inservíveis, facilitando a concentração do processo de descarte, por outro, a infraestrutura de destinação atualmente utilizada não favorece o processo logístico. Isso porque grande parte das empresas de destinação já existia anteriormente à construção dessa cadeia reversa, tendo como atividade principal outras que a destinação de pneus (um exemplo típico são as cimenteiras, localizadas em regiões relativamente distantes dos centros geradores mais importantes de pneus inservíveis). Conseqüentemente, o processo logístico reverso frequentemente ocorre de maneira a suprir necessidades de escoamento dos pontos de coleta vis-a-vis necessidades de suprimento de matéria-prima nas empresas destinadoras. É, portanto, segundo a Reciclanip, um processo manual, envolvendo diariamente este tipo de balanceamento.

Esse cenário sugere que ainda serão necessários esforços para a consolidação de uma logística reversa eficiente em todo o país, minimizando distâncias a serem percorridas e, conseqüentemente, aumentando a eficiência energética envolvida neste processo. Por outro lado, apesar destes desafios, inerentes a qualquer processo em construção, é imprescindível destacar a solução encontrada para o aproveitamento dos pneus inservíveis, até então frequentemente destinados de maneira incorreta em terrenos baldios ou em corpos d'água. Através do aparato legal construído nos últimos anos, os pneus inservíveis foram transformados em matéria-prima de alto valor para uma série de atividades econômicas. A contribuição do uso de pneus inservíveis vem sendo observada principalmente no setor energético, seja através da substituição de fontes energéticas fósseis não renováveis (no caso do uso em fornos de cimenteiras), seja através da economia de energia (no caso da reciclagem da borracha) ou seja através de geração de energia (no caso de seu uso em caldeiras, por exemplo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS – ANIP. **Produção da Indústria Brasileira de Pneus em 2009**. Disponível em: <http://www.anip.com.br>. Acesso em: 12 mar. 2010.

BLAUTH, P. **Coleta seletiva ou usina de reciclagem e compostagem?** Algumas considerações. Disponível em: http://www.lixo.com.br/site_antigo/www.lixo.com.br/usina.htm, 1998.

BRASIL. Lei nº 8.028/1990 - "**Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.**" Presidência da República. Data da legislação: 12/04/1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: jan. 2010.

BURANI, G.F.; GRIMONI, J.A.B.; RIBEIRO, F.S.; UDAETA, M.E.M. Cogeração através de Aproveitamentos Energéticos a Partir de Resíduos Urbanos. **Anais**. Treinamento Oficina Dimensão Social, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999**. Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos fiquem obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Publicada no DOU nº 230, de 2 de dezembro de 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=258>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 301, de 21 de março de 2002**. Altera dispositivos da Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999, que dispõe sobre Pneumáticos. Publicada no DOU nº 166, de 28 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=364>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. **Frota de veículo 2009**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 15 jul 2010.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande MS**. Recursos Energéticos. Nota Técnica DEN 06/08. Nov., 2008.

GALVÃO, L.C.R.; Saide, M.A.; RIBEIRO, F.S.; Udaeta, M.E.M. Energia de resíduos sólidos como mecanismo de desenvolvimento limpo. **Anais**. Congresso Internacional sobre Geração, Distribuição e Energia no Meio Rural – AGRENER, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Empresas Destinadoras de Pneus Inservíveis**. De acordo com a definição da Instrução Normativa nº 08/2002. 2010.

LAGARINHOS, C.A.F.; TENÓRIO, J.A.S. Tecnologias Utilizadas para a Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética de Pneus no Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 18, nº 2, p. 106-118, 2008.

LOIOLA, C. **Descarte inadequado de pneus gera prejuízos à sociedade**. 16 de Agosto de 2006 Fonte: Instituto Akatu. Disponível em:<http://www.empresaresponsavel.com/links/2%20%20Descarte%20inadequado%20de%20pneus%20out06.pdf>. Acesso em: junho de 2010.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O que é o CONAMA?** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/estr.cfm>. Acesso em: jan. 2010.

MOTTA, F.G. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis**: o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. Ambiente e Sociedade. Campinas. vol. XI, n. 1. p. 167-184. jan.-jun. 2008

OLIVEIRA, L.B. A energia do lixo no Brasil: barata, limpa, empregatícia, representativa, confiável e imediata. **Anais**. XI CBE, Congresso Brasileiro de Energia. 2006.

RECICLANIP. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br/>>. Acesso em: 23 nov. 2009.

RECICLANIP. **Pontos de Coleta de Pneus no Brasil**. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br/>>. Acesso em: abr. 2010.