

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - IERI
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

GUSTAVO BOTELHO SANTOS

**RECICLAGEM DE PENUS: VANTAGENS ECONÔMICAS E
ECOLÓGICAS**

UBERLÂNDIA - MG
2017

GUSTAVO BOTELHO SANTOS

**RECÍCLAGEM DE PNEUS: VANTAGENS ECONÔMICAS E
ECOLÓGICAS**

Monografia Apresentada ao Instituto de
Economia e Relações Internacionais da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Professor Mestre Vitorino Alves
da Silva

UBERLÂNDIA - MG
2017

GUSTAVO BOTELHO SANTOS

**RECÍCLAGEM DE PNEUS: VANTAGENS ECONÔMICAS E
ECOLÓGICAS**

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Professor Mestre Vitorino Alves da Silva
Orientador**

**Professor Doutor Ebenezer Pereira Couto
Examinador**

**Professora Doutora Arlete Maria da Silva Alves
Examinadora**

RESUMO

O objetivo delineado neste artigo é identificar como aplicar a economia circular, neste caso em específico à reciclagem de pneus pelas empresas brasileiras. Uma das principais preocupações para os mercados produtores e de consumo, na atualidade é a de destinar um fim adequado ou, preferencialmente a reciclagem para os bens de consumo que chegaram ao limite de sua vida útil. A demanda por tecnologias, pesquisas e propostas para esta finalidade surgem a cada dia observando as necessidades de, minimizar o impacto ambiental, causado por estes “resíduos” e, ao mesmo tempo, gerar recursos financeiros que incentivem cada vez mais a reciclagem. Será abordado aqui o tema referente a reciclagem de pneus com ênfase na Economia Circular e na sustentabilidade, focando os problemas, e a disponibilidade de frentes de atuação para o Brasil. Transformar o que era considerado lixo em novos produtos e diminuir o impacto ambiental causado pelo simples descarte na natureza. Este estudo foi desenvolvido por meio de revisão de literatura.

Palavras-chave: Reciclagem de Pneus. Sustentabilidade. Economia Circular.

ABSTRACT

The objective outlined in this article is to identify how to apply the circular economy, in this case specific to the recycling of tires by Brazilian companies. One of the main concerns for producer and consumer markets is currently to allocate an appropriate end or, preferably, recycling to consumer goods that have reached the end of their useful lives. The demand for technologies, research and proposals for this purpose arise every day by observing the needs of minimizing the environmental impact caused by these "wastes" and at the same time generating financial resources that encourage more and more recycling. The theme of tire recycling with emphasis on the Circular Economy and sustainability, focusing on the problems, and the availability of fronts for Brazil, will be addressed here. Transforming what was considered junk into new products and reducing the environmental impact caused by simple discarding in nature. This study was developed through a literature review.

Keywords: Recycling of Tires. Sustainability. Circular Economy.

1 INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos urbanos pela sociedade em geral, é motivo de constante preocupação nos dias atuais, em decorrência da produção e do consumo excessivo de produtos industrializados, que na sua maioria são depositados ao ar livre ou em locais onde não é permitida a sua deposição, proporcionando assim, sérios problemas ambientais a exemplo da contaminação dos solos e água superficial e subterrânea (CAMPOS, 2002).

Ainda, segundo Campos (2002) Essa produção gera, ao final do ciclo, um problema em escalas cada vez mais preocupantes, ou seja, o “lixo” (tratar-se-á aqui, doravante, por resíduos sólidos descartáveis). Tal comportamento, por tanto tempo e em escala global está, não só provocando a escassez dos recursos naturais, mas causando também outros impactos negativos ao meio ambiente, como a poluição, degradação e a intoxicação de ecossistemas, causando perdas nos reios animal e vegetal e provocando danos graves à saúde das pessoas.

Neste contexto, o Brasil, país de dimensões continentais, possui problemas de igual tamanho em relação à conscientização e ação, frente à necessidade urgente e inevitável de mudar a mentalidade tanto de usuários/consumidores, como dos fabricantes, e de gerar métodos de reciclagem efetiva para os resíduos em geral, assim como, deve-se criar frentes de trabalho e obter capital/ lucro, inegável fomento capitalista, fundamental para estimular, entre os meios de produção, setores gestores da reciclagem e círculos políticos, atitudes e demandas reais, concretas e aplicáveis (PEREIRA E TOCCHETTO, 2007).

Os recursos naturais são esgotáveis e a crescente demanda, seguida da verticalização demográfica, inserem um tom muito mais urgente referente ao controle da poluição (como um todo, no ar, terra e águas), a preservação do planeta e a necessidade de destinar para a reciclagem tudo aquilo que se descarta. Para evitar que a vida se torne insustentável na Terra, cresce o interesse pela “Economia Circular”, que pode ser definida como: a ciência que se preocupa com o desenvolvimento sustentável aumentando a eficiência na criação de produtos e reaproveitamento de resíduos sólidos(MACHADO, 2003).

Desta forma, observa-se que as práticas sustentáveis ganharam atenção especial no ambiente organizacional, em particular, diante dos danos desencadeados pelo consumo desenfreado da sociedade capitalista. Problemas como poluição do ar, degradação do solo e contaminação da água são exemplos decorrentes do descarte inadequado de determinados produtos no meio ambiente (COSTA; TEODÓSIO, 2011).

O objetivo delineado neste artigo é identificar como aplicar a economia circular, neste caso em específico, à reciclagem de pneus pelas empresas brasileiras.

Este é um estudo relevante devido à necessidade cada vez mais pontual, atual e emergencial, em se criar e/ou modernizar, propostas atuantes e mecanismos adequados para a sustentabilidade dos ecossistemas e gerar rendimentos a partir da reciclagem.

Neste ínterim, observamos a importância deste estudo em apontamentos diversos, dos quais alguns aqui serão expostos para conferir credibilidade a esta obra. Os meios de produção tem agora uma nova obrigação social perante a humanidade e ao planeta, ou seja, não basta produzir, mas criar métodos eficazes de reciclar ao máximo os resíduos gerados em todo o processo (antes, durante e no pós-produção) (SALINI, 2000).

Desta forma, Montibeller (2001, p.43) afirma que a “construção do novo conceito parte da crítica à visão economicista e ao desenvolvimentismo, denunciando-os como reducionismo econômico e como responsável pela geração dos problemas sociais e ambientais”, o apontamento do autor, é referente ao tema desenvolvimento e sustentabilidade nas discussões da política econômica mundial.

Nesse contexto, em relação à economia circular e à logística reversa (uma das propostas inseridas na economia circular), criam-se normas regulamentadoras e técnicas com o intuito de garantir certa segurança ao meio ambiente e à saúde e bem-estar da sociedade em geral. Ainda sobre o tema, Rego (2005), acrescenta que a partir da Legislação Ambiental, a competitividade, somada ao potencial econômico pouco aproveitado, formam algumas das justificativas, pelas quais as organizações têm inserido a logística reversa em suas atividades.

O método de desenvolvimento deste estudo é a pesquisa exploratória, que caracteriza trabalhos desenvolvidos através da revisão de literatura. Por meio desse tipo de pesquisa é possível um entendimento e proximidade maior entre o pesquisador e o tema pesquisado (GIL, 2008). A pesquisa bibliográfica é feita através de estudos realizados por outros autores – como livros e artigos científicos. A maioria dos estudos exige algum trabalho desta natureza, encontrando-se, inclusive, pesquisas desenvolvidas somente por intermédio de fontes bibliográficas. Uma fração dos estudos exploratórios, especialmente os textos acadêmicos, pode ser definida como pesquisa bibliográfica (GIL, 2008).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Meio ambiente e as cadeias de suprimentos

O conceito adotado para interpretação do termo meio ambiente neste artigo refere-se ao planeta Terra como um todo, ou seja, este conjunto conhecido como Biosfera, onde esta representa a soma de todos os ecossistemas e, respectivamente, de todos os seus biomas interligados, incluindo toda a vegetação, animais, micro-organismos, solo, rochas, atmosfera e demais elementos naturais existentes, fundamentais para a existência e manutenção da vida em geral. A definição de meio ambiente, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente é “[...] conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

Assim, deve-se considerar o meio ambiente (planeta Terra), como parte do todo, relativo aos processos econômicos e industriais inseridos na sociedade moderna, o consumismo em todos os segmentos sociais e não o analisando isoladamente, ou pior, com sua significância reduzida, ou até mesmo descartada no contexto. A exploração dos biomas, a fim de fornecer as matérias-primas para os setores produtivos, contribuem negativamente para o planeta, devido à carência de conscientização social, intervenções políticas por meio de leis mais eficazes e mecanismos de fiscalização.

Neste sentido, para Leite (2003), Logística Reversa é tratar de gerir com eficiência, com custos reduzidos para o fluxo de materiais, estoques em processos, produtos finalizados e informações relativas para o reprocessamento, reciclagem, reutilização ou disposição, recuperação total ou parcial do valor, diminuindo os impactos e os custos ambientais. Ainda para o autor, as atividades da Logística Reversa subdividem-se em três cadeias distintas, sendo elas: Resíduos Industriais; Bens de Pós-Vendas e Bens de Pós-Consumo.

Desta forma, pode-se verificar que, somente com a criação, implementação e regulamentação de metodologias eficazes e um gerenciamento adequado das cadeias de abastecimento, será possível um uso sustentável dos recursos cada vez mais escassos. O bom gerenciamento da cadeia de abastecimento também considera a valorização do meio ambiente, seja na obtenção de matéria-prima, na produção, no transporte dos produtos ou na reciclagem dos produtos já utilizados.

Os autores, Hoek e Harrison (2003, p. 27) definem:

[...] A cadeia de suprimento como o alinhamento das habilidades a montante (próximas à fonte) e a jusante (próximas ao cliente final) dos parceiros da cadeia de suprimento para entregar valor superior ao cliente final com o mínimo custo para a cadeia de suprimentos como um todo.

Entende-se por cadeia de suprimentos a relação entre todos os meios envolvidos no processo, desde a extração da matéria-prima, até o consumidor final e nesta nova visão indo além, rumo à reciclagem. Segundo Bertaglia (2003), uma cadeia de suprimentos ou de abastecimento direto vai desde os produtos primários até a venda do produto acabado para o consumidor final. Um importante aliado para a conservação e recuperação do meio ambiente, além da participação social como um todo, dar-se-á com a maior e mais sistematizada inclusão dos meios de reciclagem, em todos os seguimentos, através da economia circular.

2.2 Economia Circular

Economia Circular é um modelo sustentável de desenvolvimento e, seu objetivo, através da Logística Reversa, é agregar, por meio de ciclos produtivos, novos valores aos descartados e, através da sua reutilização, recuperação, reparação e reciclagem, colaborando com a sustentabilidade e humanidade. Através da lei que estabeleceu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, a logística reversa passou a ser um tema muito relevante para o meio industrial.

Leite (2003, p.16), por sua vez, conceitua a Logística reversa como sendo:

[...]a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, de retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Desta forma, a partir da apresentação deste conceito que traça uma definição sobre logística reversa, pode-se dizer que houve o surgimento de parte do modelo de negócios conhecido como Economia Circular, primando por um índice de desperdício zero de toda a matéria-prima, produtos finais e seus resíduos. Outro ponto positivo para as empresas que se mostram pioneiras no uso da logística reversa em seus procedimentos, é o de destacar-se no mercado, criando a imagem de empresa ecologicamente correta, revalorizando sua marca, beneficiando-se dos produtos e materiais de pós-venda e pós-consumo, agregando valor a

estes e conceituando-a perante um público consumidor ativo, divulgador e criador de mídias espontâneas, preocupado com o meio ambiente.

2.3 A produção industrial e os resíduos gerados pelo consumo

Ao passar das décadas, a sociedade observa um crescente aumento na produção e no consumismo, orientados pelas práticas capitalistas. Esta mesma sociedade, antes passiva perante o impacto criado por sua forma de viver, procura agora tornar-se um agente ativo no que se refere ao equilíbrio ecológico, sustentabilidade, fiscalizando e exigindo dos órgãos públicos que cuidem do gerenciamento de meios de produção.

Para Teixeira (2004, p. 01) o desenvolvimento tecnológico e industrial, para a vida moderna, criado a partir da Revolução Industrial, levou a um aumento considerável de material descartado e, conforme este autor, “ocasionando um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo homem, muitos deles trazendo riscos ao meio ambiente e à saúde humana”.

Dentro deste contexto, segundo o mesmo autor, o descarte de resíduos sólidos (pneus inservíveis), no fim de sua vida útil, de acordo com a mentalidade até então dominante, torna-se um problema em grande escala para a sociedade. Tem-se observado nos últimos anos um aumento significativo na quantidade de pneus produzidos no Brasil. O descarte inapropriado dos mesmos gera um grande impacto para o planeta e prejudica a saúde humana.

Seguindo a linha de pensamento abordada até este momento, Leff (2002) aponta para a necessidade de equilíbrio entre os meios de produção e os ecossistemas. É crucial para a humanidade e equilíbrio ecológico, que se estudem e desenvolvam meios efetivos de obter o progresso industrial e econômico, associado ao respeito ao meio ambiente e a qualidade de vida.

Ainda, sobre o ponto de vista deste autor,

[...] o desenvolvimento sustentável é um projeto social e político que aponta para o ordenamento ecológico e a descentralização territorial da produção, assim como para a diversificação dos tipos de desenvolvimento e dos modos de vida das populações que habitam o planeta. Neste sentido, oferece novos princípios aos processos de democratização da sociedade que induzem à participação direta das comunidades na apropriação e transformação de seus recursos ambientais (LEFF, 2002, p. 57).

De acordo com Resende (2004, p. 14), a estimativa de tempo para a decomposição de um pneu no meio ambiente é de aproximadamente 600 anos. Assim, o reaproveitamento dos resíduos sólidos estabelece um desafio em todas as nações, devido às suas características de

durabilidade, quantidade, volume, peso e, principalmente, a grande dificuldade de destinar os mesmos a uma nova finalidade econômica e ecologicamente viável.

No Brasil a situação não é melhor do que a observada em outros países. Ao contrário, ainda há muito a ser feito em relação à deposição dos resíduos sólidos. Pereira e Tocchetto (2007) defendem a diminuição da geração de resíduos, ou seja, pregam a ideia da redução da geração destes, uma vez que se tem uma alarmante estatística apontando que 75% das cidades brasileiras dispõem seus resíduos sólidos em lixões, impactando a qualidade no meio ambiente, para manutenção da vida e a redução significativa das matérias-primas.

Seguindo este raciocínio, Montibeller (2001, p. 211) afirma que a questão da reciclagem de materiais é um tema recorrente na perspectiva do desenvolvimento sustentável, e é de importância por abranger, também, a questão da disponibilidade atual e futura de recursos naturais não renováveis, problemas preocupantes nos dias atuais. Desta forma, destinar os pneus à reciclagem, é uma alternativa encontrada pelas empresas de direcionar estes resíduos e podendo ao mesmo tempo criar novas fontes de receita, através da revenda dos mesmos, ou mesmo tratando diretamente da reciclagem, agindo assim dentro dos parâmetros legais e da Logística Reversa, reaproveitando a borracha e os demais elementos presentes na composição destes materiais.

No Brasil, a classificação e conceituação dos resíduos são regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 10004/ 87-RESÍDUOS SÓLIDOS, que classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que sejam manuseados e destinados ao final adequadamente (ABNT, NBR 10004/87).

2.4 Reciclagem de resíduos sólidos

Estados Unidos, Japão, Europa e em outras regiões industrializadas, possuem projetos de reciclagem, hoje considerados tradicionais, participação popular, enquanto que no Brasil é uma atividade ainda recente (RODRIGUES; CAVINATTO, 2003). Tomar partido da reciclagem para os resíduos, hoje, é assumir um novo comportamento, para com o meio ambiente, conservando-o o máximo possível.

Assim, diante dos demais métodos de destinação final de resíduos, a reciclagem é apontada, como a mais oportuna por razões ecológicas e econômicas, reduzindo os detritos lançados na natureza e a extração de matéria prima. (SCARLATO e PONTIN, 1992). Determinante para conservar o meio ambiente, a reciclagem faz parte do conjunto dos cinco “erres” que são:

Refletir: Um dos responsáveis pelo aumento de lixo no planeta é proveniente do consumo irresponsável, pois, qualquer item comprado em uma loja ou supermercado exige recursos para serem produzidos. Portanto, sempre que existe o consumo é bom pensar que estamos aumentando a quantidade de lixo no ambiente como também os problemas provenientes dele (MUHRINGER e SHAYER, 2007).

Recusar: Além de levar em consideração preço e qualidade é necessário considerar na hora da compra critérios de durabilidade, se a empresa tem equipamentos de redução de poluição, se respeita as leis trabalhistas. Parte do lixo gerado é formada por embalagens que podem ser recusadas no momento da compra. (MUHRINGER e SHAYER, 2007).

Redução: Para reduzir o lixo é necessário conhecer os hábitos de consumo e desperdício, como também aprender a consumir apenas o que é indispensável (MATTOS; GRANATO, 2006).

Reutilização: Significa aumentar a vida útil ou atribuir novos usos a algo que iria descartar devendo ser jogado apenas o que não pode ser mais reutilizado. Podendo ainda fazer doações de objetos que possam servir a outras pessoas. (MATTOS; GRANATO, 2006).

Reciclagem: Consiste na devolução do material usado para o ciclo de produção, reduzindo a extração de recursos naturais. A indústria utiliza o material reciclável para produzir outros produtos, geralmente com custo menor do que os processados a partir de matéria-prima natural (MATTOS e GRANATO, 2006). Reciclar significa transformar restos em matéria prima para outros produtos (RODRIGUES; CAVINATTO, 2003).

O aumento, nas últimas décadas, do descarte sem controle de resíduos sólidos pelas indústrias, em todos os seus segmentos, tem gerado impacto desastroso ao meio ambiente. São geradas diariamente milhões de toneladas de resíduos produzidas no mundo todo e, no entanto, nem todo este “lixo” é passível de um processo de reciclagem ou reaproveitamento. Neste caso, “O aumento da demanda doméstica e industrial por diferentes produtos e a correspondente diminuição da disponibilidade de recursos naturais não pode se manter indefinidamente sem provocar uma severa desordem ambiental.” (LORA, 2000, p. 43).

Por consequência disto, elas mesmas (as indústrias), vêm sofrendo com a falta tanto de quantidade, quanto de qualidade de suas matérias-primas e até mesmo com a falta de certos recursos naturais. Atualmente já existem

[...] avanços científicos e nas tecnologias, que levam à redução do desperdício, à reciclagem de materiais, o melhor aproveitamento dos insumos e à eliminação e substituição de matérias-primas escassas ou poluidoras por outras de melhor rendimento (SABEDOT, 2006, p. 111).

O objetivo principal da Reciclagem, em todas as frentes de atuação, é recuperar o valor do material ou produto e seu ciclo de vida. Assim, Castiglioni (2009) cita a questão da redução do ciclo de vida dos produtos, dado que este começa com sua introdução no mercado,

seguido do crescimento, maturidade e declínio. Nesta linha de raciocínio, conceitos de outros autores são citados a seguir.

Segundo Lacerda(2002), o ciclo de vida de um produto, não termina ao ser entregue ao cliente final, devendo retornar ao seu ponto de origem, para serem, de forma adequada, descartados, reparados ou reaproveitados, neste caso, pela reciclagem.

De acordo com Ballou (2006, p. 27), adaptando a definição de logística do *Council of Logistics Management* (CLM), define a logística como: “O processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.”

Seguindo esta mesma referência, Ballou (2006, p. 31) apresenta os componentes do sistema logístico. São eles:

[...] Serviços ao cliente, previsão de demanda, comunicações de distribuição, controle de estoque, manuseio de materiais, processamento de pedidos, peças de reposição e serviços de suporte, escolha de locais para fábrica e armazenagem (análise de localização), embalagem, manuseio de produtos devolvidos, reciclagem de sucata, tráfego e transporte, e armazenagem e estocagem.

Assim, através da logística reversa, novos métodos estão sendo gerados e aplicados para destinar os resíduos sólidos à reciclagem. A logística reversa, por sua vez, é o aspecto da economia circular que foi instituído pela normatização brasileira referente a resíduos sólidos, prevista na Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, descrevendo-a como:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Esta mesma lei estabelece os casos de aplicação obrigatória da logística reversa. São eles (observando que os incisos de I a V, estão inclusos no artigo 3, e o inciso VI foi incluído nesta mesma lei, no artigo 33):

- I - os agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- II - as pilhas e baterias;
- III - os pneus;
- IV - os óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - as lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes

3 RECICLAGEM DE PNEUS

3.1 Pneus: Origem e composição

Em 1839, o processo de vulcanização da borracha foi descoberto, de forma casual, pelo inventor americano Charles Goodyear. O processo, desenvolvido por Goodyear, consiste em aplicar uma determinada quantidade de calor e pressão a uma composição de borracha, a fim de obter forma e propriedades ao produto final. Em 1845, a partir desta descoberta, R. W. Thomson criou o pneu de borracha. Desde a Primeira Guerra Mundial, na Alemanha foi criada uma nova tecnologia para a fabricação da borracha sintética (RAMOS, 2005).

Segundo o mesmo autor, a partir do advento dos pneus de borracha, sua fabricação e venda no mundo foram crescendo vertiginosamente, uma vez que este novo processo acrescentou qualidades e propriedades mais atrativas à borracha tais como – resistência à abrasão, elasticidade, durabilidade, entre outras. A composição dos pneus é: borracha natural; borracha sintética; aço; negro de fumo (fuligem); óxido de zinco e ácido esteárico; enxofre (agente vulcanizador); antidegradantes; aceleradores e retardadores; auxiliares de processo (VIAS SEGURAS, 2012).

3.2A Produção mundial de pneus

O fato de ser indispensável para a sociedade moderna, por vários fatores, fez a demanda mundial, por pneus, crescer vertiginosamente. Segundo Goldenstein (2007, p. 109), “nos últimos dez anos, Bridgestone e Michelin lideram as vendas do setor, enquanto a Goodyear ocupa o terceiro lugar em participação no mercado”. Ainda segundo o autor, o faturamento bruto das indústrias do setor praticamente triplicou ao longo desse tempo, A produção anual atinge mais de 900 milhões de unidades. Segundo dados da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), o Brasil em 2013, produziu 68,8 milhões de unidades, com aumento de 9,77% ante 2012. A média nos últimos três anos é de 66 milhões de unidades.

3.3 Destinação final dos pneus no Brasil – Resolução CONAMA 258/99 e 301/02

O descarte de resíduos sólidos (pneus inservíveis) é um problema para todos os países, o Brasil descarta em média 20 milhões de unidades por ano e, por isto, é necessário criar leis e normas que regulamentam atividades, para controlar e gerenciar ligadas a este segmento. (AMBIENTEBRASIL, 2001).

Assim, no Brasil, segundo Machado (2005, Apud Cimino e Zanta, 2005, p. 301):

[...] devido ao grande problema e cuidado que esta situação requer, a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei n. 6.938/81, em seu art. 8º delega competência ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como órgão legislador brasileiro para este assunto, sendo este responsável também pela edição de atos jurídicos e normativos, com força de lei; decidir recursos administrativos em última instância; exigir estudos/documentos que complementem deferimento de licenças ambientais na realização do Estudo de Impacto Ambiental – EIA; além disso, atribuir competência ao IBAMA para licenciamento, fiscalização e controle ambiental.

Sendo a edição de normas de responsabilidade do CONAMA, a respeito da questão dos pneumáticos inservíveis, em 26 de agosto de 1999 foi publicada a Resolução CONAMA 258/99 que trata deste assunto, sendo complementada pela Resolução CONAMA 301/02. Tratando da destinação final deste resíduo sólido, as duas resoluções foram regulamentadas pela Instrução Normativa nº 8/02 do IBAMA. Com base na Resolução CONAMA 258/99, os fabricantes e importadores de pneus deverão dar destinação final adequada e comprovada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção relativa às quantidades fabricadas e/ou importadas.

Conforme lembra Cimino e Zanta (2005, p. 300) “face aos impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado de pneus inservíveis, há que se buscar o seu gerenciamento ambientalmente adequado, desde o acondicionamento até a destinação final”. Deve-se, pois, buscar alternativas visando o uso de novas tecnologias de reutilização na sua forma inteira, e de reciclagem das partes que compõem o pneu. Nota-se nas resoluções estipuladas pelo CONAMA, a responsabilização e cobranças às empresas determinadas pelo governo e as ações tomadas para iniciar a solução referente ao descarte de pneus.

A Constituição Federal Brasileira estabelece, de forma clara, os direitos do Estado e dos Cidadãos quanto à saúde e ao meio ambiente. No seu artigo 23, inciso VI, encontra-se estabelecida como competência comum da União, Estados e Municípios, a proteção ao meio ambiente e o combate à poluição em qualquer uma de suas formas.

3.4 Processos de recuperação para o reuso de pneus

Ao longo dos tempos, encontrar uma destinação correta para pneus usados e seus componentes se tornou algo imprescindível para colaboração da preservação ambiental. Os pneus são lenta degradação e, se descartados inapropriadamente, oferecem riscos à saúde pública e riscos ao meio ambiente, podendo emitir substâncias tóxicas na atmosfera, além

dese tornarem criadouros de mosquitos transmissores de doenças, entre outros fatores (CONRADO, 2009).

Os processos industriais existentes para a reforma de pneus são: recapagem, recauchutagem e remoldagem. Abaixo segue maiores detalhes sobre estes processos:

Recapagem: Segundo a Associação Brasileira de Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores de Pneus (ABR), trata-se de substituir a banda de rodagem, que é a parte do pneu que entra em contato direto com o solo. Reformar pneus é uma opção econômica, segura e ecologicamente correta (ABR, 2013, p. 1). Segundo Lopes (2005), a atividade da recapagem de pneus é considerada uma das mais evoluídas e conceituadas entre todos os ramos de serviços. O autor destaca que o Brasil é o segundo maior reformador de pneus do mundo, ficando apenas atrás dos Estados Unidos, que estão em primeiro lugar.

Recauchutagem: É a reconstrução do pneu através da substituição da banda de rodagem e dos ombros. Consiste na remoção da banda de rodagem desgastada da carcaça do pneu para que, através de um novo processo de vulcanização, se coloque uma nova banda de rodagem. A recauchutagem no Brasil é tida como uma das mais desenvolvidas do mundo (GERALDO apud KAMIMURA, 2002, p.54/56). Segundo os mesmos autores, “estima-se que apenas um terço dos pneus produzidos anualmente para o mercado interno seja reformado, cerca de 10 milhões de pneus.” A recauchutagem (que atinge 70% da frota de transporte de carga e passageiros) ou fabricação de novos pneus, enfim, a borracha pode ser comercializada para fábricas que a utilizam em seus produtos.

Remoldagem: Trata-se de outro processo de reutilização dos pneus classificados como reformáveis, sendo o pneu reconstruído através da substituição da banda de rodagem, também dos ombros e de toda a superfície dos seus flancos, conforme está determinado na Resolução CONAMA 258/99 (KAMIMURA, 2002).

Estes processos citados tratam do pneu que ainda pode ser recuperado, para os demais casos onde se torna impraticável a recuperação, os pneus são destinados à reciclagem.

3.50 processo de reciclagem para pneus inservíveis

Segundo Kamimura (2002), os materiais contidos nos pneus são extraídos por um processo mecânico, realizado em temperatura ambiente, onde as partículas de borracha vulcanizada são separadas de outros componentes (como metais e tecidos, por exemplo), e

passam por várias etapas de trituração, reduzindo gradativamente de tamanho. O aço contido é retirado por eletroímãs, e as fibras da lona são retiradas através de um peneiramento.

Ainda de conformidade com esta autora, a partir do processo de separação (mediante a trituração), chega-se a uma manta uniforme (ou extrudado), da qual se obtém grânulos de borracha. Este produto tem diversas aplicações: cobrir áreas de lazer e quadras esportivas, fabricar tapetes para automóveis; passadeiras; saltos e solados de sapatos; colas e adesivos; câmaras de ar; rodos domésticos; tiras para indústrias de estofados; buchas para eixos de caminhões e ônibus, entre outros produtos.

3.6 Aplicações para os resíduos dos pneus inservíveis na reciclagem

Os municípios Brasileiros, em sua maioria, apresentam problemas relativos quanto à disposição final dos resíduos sólidos, pois, poucos têm aterro sanitário e a maioria destes já estão no limite de suas capacidades. Ressaltando que o descarte diário de resíduos é da ordem de dezenas, chegando as centenas de toneladas/ dia.

De acordo com Kamimura (2002), algumas cidades brasileiras proíbem a colocação de carcaças inteiras de pneus em aterros. Conforme esta autora, os geradores da sucata normalmente pagam às empresas de limpeza urbana como CEMPRE¹, a para o recebimento do material. Existem várias alternativas para a destinação de pneus, as quais são recomendadas inclusive pela legislação.

A autora continua apontando que, dentre as alternativas, cita-se a utilização em pavimentação asfáltica e combustível em indústrias cimenteiras. A Construção Civil, incorpora uma grande quantidade e diversidade de materiais que consome, tornando-se um mercado potencialmente promissor para receber os pneus inservíveis. Observa-se que, os materiais empregados nas construções, representam os principais formadores de custos das obras. Por isso, materiais alternativos, desenvolvidos com resíduos de pneus, podem representar uma boa alternativa para reduzir o preço das moradias.

Assim, segundo Reis et al. (1997), utilizar pneus inservíveis nos processos de reciclagem, concebe um amplo leque de soluções criativas, entre estas, modalidades industriais e artesanais, com o objetivo, de transformar um resíduo sólido imprestável em novos produtos utilizáveis, renovando, com isso, uma aprendizagem dentro da sociedade de que refugo para uns, pode ser matéria-prima para outros, conforme se vê a seguir.

¹O Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) é uma associação sem fins lucrativos, dedicada à promoção da reciclagem, dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo. Fundado em 1992. (Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/7/pneus>. Acesso em 21 de Outubro de 2017).

Conforme o apontamento anterior, França (2001, apud KAMIMURA, 2002) refere que através dos processos de reciclagem, os pneus inservíveis podem ser transformados em tapetes para automóveis, solado de sapato, pisos industriais e borrachas de vedação. Além disso, o pó gerado na recauchutagem e os restos de pneus moídos podem ser usados, na composição de asfalto de maior elasticidade e durabilidade, e ainda, como elemento aerador de solos compactados e pilhas de composto orgânico.

A pavimentação asfáltica ou asfalto ecológico para Bertollo et al. (2002, Apud GARDIN et al., 2010) é produto da borracha obtida da fragmentação de pneus, sendo um bem valioso, destacando-se que, os resultados alcançados indicam que a inclusão de borracha de pneus nas misturas asfálticas não compromete seu desempenho, podendo, ao contrário, melhorar algumas propriedades mecânicas, tornando seu uso promissor, como agregado.

Nesse sentido, Specht² (2004, Apud GARDIN et al. 2010) indica que a pavimentação, possui maior potencial de utilização, devido a dois fatores: utilizar um grande volume de pneus usados e melhorar as características dos ligantes asfálticos e do concreto asfáltico com a adição de farelo de pneu, ressaltando que o custo do asfalto ecológico é 12% superior ao convencional, o que pode parecer uma desvantagem inicial.

O pneu como fonte de energia é “um bom destino final, para os pneus, são os fornos das fábricas de cimento, que já estão equipados para amenizar a emissão de poluentes na atmosfera”. O uso do pneu como fonte de energia data desde 1975 e tem sua origem na *DickerhoffCement*, em Frankfurt - Alemanha, conhecida como TDF -*Tire Derived Fuel*. Nos EUA, o TDF é o maior mercado para os pneus inservíveis, consumindo em torno de 115 milhões de pneus por ano. A utilização do pneu em sua forma inteira é muito melhor, pois há a economia de energia que seria necessária para sua trituração. Além das cimenteiras, as fábricas de papel e celulose, e as usinas termoelétricas utilizam em suas caldeiras os pneus descartados (SUGIMOTO, 2004; KAMIMURA, 2002, p. 65).

Desta forma, utilizar os pneus descartados nos fornos das cimenteiras, oferece vantagens, como: eliminar totalmente o pneu descartado; não produz resíduo; utilizar grandes volumes de pneus descartados; conserva os recursos naturais de combustível fóssil; não requer nenhum processo inicial; sua queima produz menos emissões do que a queima do carvão e possui amparo legal (CIMINO, 2004; KAMIMURA, 2002).

²Specht. L. P. Professor Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria-Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus

Pirólise – produção de óleo e gás: A pirólise, segundo Andrade (2007), é o processo de aquecimento dos pneus a uma temperatura superior a 1000°C. Neste processo, a borracha, apesar do superaquecimento, não entra em combustão.

3.7 Outras aplicações para o produto final da reciclagem de pneus

A borracha dos pneus descartados pode ser reaproveitada em diversos itens, e por isso, montar uma usina de reciclagem de pneus pode ser um negócio lucrativo e certamente, ecologicamente correto. Entre alguns usos possíveis, pode-se destacar: a confecção de tapetes; uso na estrutura de campos de futebol e de grama sintética; utilizadas em pisos de quadras poliesportivas; Equipamentos para Playground; fabricar tiras usadas em móveis estofados; forrações termo acústicas; pisos industriais e antivibratórios; solados de sapato; fabricar vasos e móveis e outros tantos já disponíveis ou em fase de estudos.

Na engenharia civil, já se destaca o uso de pneus inservíveis em várias frentes, sendo as aplicações mais usuais (na forma reciclada, fragmentada ou granulada): em materiais de enchimento de peso leve; material para compostagem; enchimento de Aterros. Os pneus inservíveis, também são usados inteiros em: Reforço de aterros; muros de arrimo/contenção; aterro em estradas; suporte de base de estrada; sistema de drenagem de gases em aterros sanitários; estabilizadores de encostas; controle de erosão; diques; barragens; isolante térmico e acústico; drenagem em aterro sanitário; aditivos para pavimentos asfálticos e pistas esportivas; cobertura de parques infantis; concretos leves; recifes artificiais; quebra-mares; Contenção de erosão do solo entre outros (KAMIMURA, 2002).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo abordou o reuso e a reciclagem de pneus, utilizando as ferramentas pertinentes à Logística Reversa. A importância de reduzir o impacto ao meio ambiente, que os mesmos geram se descartados sem qualquer preocupação em destiná-los, mediante os processos de recuperação e reuso destes, ou a reciclagem total de seus componentes.

A revisão de literatura permitiu constatar que, de acordo com os autores consultados no decorrer deste artigo, fazer pontuações sobre os ciclos que envolvem os pneus, demonstrar de forma simplificada os conceitos de meio ambiente, da Logística Reversa, a legislação referente ao descarte, o direcionamento dos pneus para os processos de recuperação para uso em veículos, ou, caso não seja possível a recuperação, utilizá-los em vários novos produtos, e aplicações em diversos segmentos, através dos processos de reciclagem.

Podemos observar que, com o aprofundamento do projeto sobre a reciclagem dos pneus em todos os seus níveis, servíveis e inservíveis, os ganhos com a reciclagem total dos pneus não se limitam apenas a cuidados e vantagens ecológicas e sanitárias, mas também podemos perceber que a reciclagem e o reaproveitamento proporciona ganhos socioeconômicos importantíssimos, gerando milhares de empregos e renda em todo o seu âmbito, desde fretes na ponta do mercado a artistas dispostos a utilizar os pneus como matéria prima, e os protagonistas, sendo a construção asfáltica e combustível para indústria cimenteira.

Conclui-se, portanto, que a recuperação e a reciclagem de pneus podem ser úteis como frente de novos negócios, denotando maior credibilidade as marcas que seguem estes conceitos de reciclagem e demonstrar que esses processos, seguramente geram benefícios ao meio ambiente, às reservas de matérias primas e a saúde da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABR. Associação Brasileira de Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores de Pneus. **Recuperação de pneus por:** Recapagem, recauchutagem e remoldagem. Disponível em: <http://www.abr.org.br/dados.html>. Acesso em: 16 Out 2017.

AMBIENTE BRASIL. Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem. **Jornal Informativo Ambiente Brasil**. São Paulo, 2001. Boletim Sistema ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. Florianópolis

_____/ Reciclagem de Pneus. **FIEP:** Federação das Indústrias do Estado do Paraná, Ano I, N. 3, jul./ago. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_pneus.html. Acesso em: 16 Out 2017.

ANDRADE, H S. **Pneus Inservíveis:** Alternativas Possíveis De Reutilização. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475.pdf>. Acesso em: 20 Out 2007.

ANIP - Associação Nacional Da Indústria De Pneumáticos.. **ANIP em números**. São Paulo Disponível em: <http://www.anip.com.br/arquivos/producao-vendas.pdf> Acesso em 14 Out 2017

BALLOU, R H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

BERTAGLIA, P R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BRASIL. **Lei 6.938**, Art. 3º, Inciso I. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em 12 Out. 2017

_____/ **Lei 12.305**, Art. 3º, Inciso XII. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em 12 Out. 2017

CAMPOS, J. Q; BRAGA, R; CARVALHO, P. F. **Manejo de Resíduos**, 1ª ed. Deplan-IGCE. UNESC. Rio Claro – SP 2002

CASTIGLIONI, J. A. M. **Logística operacional:** guia prático. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

CIMINO, MA.. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis:** análise crítica de procedimentos operacionais e tecnologias para minimização adotadas no território nacional. 2004. Dissertação de Mestrado. Ed. Da UFSC: Universidade Federal de São Carlos. São Carlos (SP). 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4253>. Acesso em: 18 Out 2007.

CONAMA – **Resolução Conama 258/99 E Resolução Conama 301/02**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 16 Out 2017

CONRADO, M. Um caminho para os pneus inservíveis. **Pneus e Cia**, ano 1, n. 9, p. 16-20, São Paulo, mar./abr. 2009.

COSTA, DV.; TEODÓSIO, ASS. **Desenvolvimento sustentável, consumo e cidadania**: um estudo sobre a (des) articulação da comunicação de organizações da sociedade civil, do estado e das empresas. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-69712011000300006> Acesso em: 10 out. 2017.

GARDIN, J A C; FIGUEIRÓ, P S; NASCIMENTO, L F. Logística Reversa de Pneus Inservíveis: discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 232-249, jul./dez. 2010.

GOLDENSTEIN, Marcelo. Panorama Da Indústria De Pneus No Brasil: Ciclo De Investimento, Novos Competidores E A Questão Do Descarte De Pneus Inservíveis. **BNDES Setorial**, n.25, p. 107-130. Rio de Janeiro mar., 2007. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2529>. Acesso em 14 Out 2017

HARRISON, A.; HOEK, RV. **Estratégia e Gerenciamento de Logística**. São Paulo: Futura, 2003. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/marco2004/ju244pag11.html. Acesso em: 17 Out 2017.

KAMIMURA, E. **Potencial dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2004.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade racionalidade, complexidade, poder**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

LEITE, PR. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MACHADO, G. B. Economia Circular. **Portal Resíduos Sólidos**, 2003. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/economia-circular/> Acesso em 11 Out. 2017.

MACHADO, P A de. **Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª ed. São Paulo: Malheiros, 2001.

MATTOS, NS.; GRANATO, SF. Lixo: **Problema nosso de cada dia**: Cidadania, reciclagem e uso sustentável. São Paulo: Saraiva, 2009

MONTIBELLER- FILHO, G. **O Mito Do Desenvolvimento Sustentável**: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

MUHRINGER, SM.; SHAYER, MM. **Lixo e Sustentabilidade**. São Paulo. Ática, 2007

PEREIRA, LC.; TOCCHETTO, MRL. **Resíduos**: É preciso inverter a pirâmide – reduzir a geração”. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3.../resiuos.htm>. Acesso em: 14 Out. 2017.

PIRELLI. **Pneus, Informações técnicas.** Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/layout/set/print/veiculos /pneumáticos>. Acesso em: 14 Out 2017.

RAMOS. LSN. **A logística Reversa de Pneus Inservíveis:** O problema da Localização dos Pontos de Coleta. Dissertação de Mestrado. 2005, p. 99. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

REGO, A. S. **Logística reversa no mercado de embalagens:** caso Tetra Pak. Brasília, 2005.

REIS, et al. As Utilidades dos Pneus Descartados no Estado da Paraíba - Nordeste do Brasil. In: 19º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária. **Anais...** Foz do Iguaçu. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1997

RESENDE, EL. **Canal de distribuição reverso na reciclagem de pneus:** estudo de caso. 2004, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro-R J, 2004.

RODRIGUES. F L.; CAVINATTO V M. **Lixo: De onde vem? Para onde vai?** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

SALINI, RB. **Utilização de borracha reciclada de pneus em misturas asfálticas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.2000.

SABEDOT, Sydney. A sustentabilidade dos recursos naturais não renováveis. P.107-121. In: **PENNA, Rejane** (org.). Conhecimento, sustentabilidade e desenvolvimento regional. Canoas: Unilasale, 2006.

SCARLATO. FC.; POTIN. JÁ. **Do Nicho ao Lixo:** ambiente, sociedade e educação. São Paulo: Atual, 1992.

SUGIMOTO, L. Tese propõe metodologia para descarte de pneus. **Jornal da UNICAMP**, Edição 244, 15 a 21. São Paulo, mar. 2007.

TEIXEIRA, AC. **Lixo ou rejeitos reaproveitáveis?** São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/> Acesso em: 14 Out. 2017.

_____/ Lixo ou rejeitos reaproveitáveis? **Revista Eco 21**, Ano XIV, Edição 87, Fevereiro 2004.