

RECICLAGEM DE PNEUS E SUA APLICAÇÃO NA ENGENHARIA: Os Benefícios na Utilização dos Pneus como Geração de Energia Renovável e sua Ajuda ao Ecossistema

Bruno de Souza Nascimento

Graduando em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

David Domingos da Silva

Graduando em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Luiz Fernando Ventura Narvaes

Graduando em Engenharia Civil,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Renato Alberto Momesso Franco

Doutor em Agronomia – UNESP; Pós-Doutorado em Agronomia – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Lucas Henrique Lozano Dourado de Matos

Engenheiro Civil
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Tatiana Santos da Silva

Mestre em Engenharia Civil – UNESP
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

O constante crescimento no descarte de pneus inservíveis vem se tornando um problema mundial. O maior risco que está associado à má disposição de pneus inservíveis é a acumulação de grandes quantidades em aterros e o grande risco de incêndios, causando problemas às pessoas e ao meio ambiente; além da proliferação de vetores como o *Aedys aegypti*. No Brasil, em 1999, foi aprovada a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 258/99, que impulsionou um avanço significativo na reciclagem de pneus no país, com o desenvolvimento de tecnologias para reutilização, reciclagem e valorização energética. Em 2009, foi aprovada a Resolução CONAMA nº 416/09, que define como responsável pelo descarte dos pneus inservíveis os fabricantes e importadores, muda a forma de cálculo para a reciclagem de pneus produzidos para venda no mercado de reposição. O Brasil possui capacidade ociosa em todos os processos existentes de reciclagem e valorização energética. Este trabalho apresenta um estudo de revisão bibliográfica, com o intuito de avaliar as possíveis reutilizações do pneu inservível na engenharia, como uma fonte sustentável de energia, além de uma tabela comparando as legislações e sistemas implementados para coleta e destinação, taxas, metas de destinação dos países como Estados Unidos, Japão, países membros da Comunidade Europeia e Brasil, além de mostrar a simplicidade do processo de reciclagem também mostramos a enorme abrangência e vantagem no uso de pneus inservíveis como valorização energética, engenharia de modo geral. Concluindo, assim, que assim como o pneu temos de ter um olhar mais abrangente a outros possíveis produtos que possam ser de utilizados de forma sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: legislação ambiental; pneu; valorização energética; reciclagem; meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo é uma forma de demonstrar a sustentabilidade do produto pneu, desde a produção até o total descarte, de modo a evitar seu descarte na natureza e assim, evitando problemas ambientais como os vetores do *Aedes aegypti*, queima a céu aberto, grandes acúmulos em aterros sanitários e demais problemas que muitas vezes não podem ser numerados. Este artigo tem como finalidade mostrar uma solução eficiente que possa trazer benefícios sustentáveis. Mostrar a sua reutilização como fonte de valor energético, aplicabilidade nas mais diversas áreas das engenharias e além de ser um produto que pode ser 100% reutilizável. Todavia, os maiores problemas são os de ordem legislativa onde existe uma falta de fiscalização e correta aplicabilidade da lei e gestão como demonstrado a seguir, países aqui exemplificados e mais desenvolvidos nos ensinam de forma eficiente a controlar e aplicar o pneu inservível.

2 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo avaliar o potencial da utilização do pneu reciclado nos vários setores da engenharia e como fonte energética sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em livros, artigos, sítios virtuais e revistas periódicas a fim de consolidar as informações necessárias e números reais atualizados.

4 LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

4.1 Legislação no Brasil

No Brasil, a Resolução nº 416 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) regula a destinação de pneus fabricados ou importados novos, com peso unitário superior à 2,0 kg (dois quilogramas), pneus de bicicleta e de carrinhos de mão não são citados na resolução, ficam obrigados a coletar e destinar os pneus inservíveis nos pontos de coleta regularizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o mesmo isenta a

obrigação para com a destinação final de pneumáticos exportados, por meio da normativa nº 21, de 25 de setembro (CONAMA, 2009).

A referida norma desafia os fabricantes e importadores para destinação de 100% de seus pneus usados, a quantidade de pneu deve ser convertida em peso, e deve ser aplicado um fator de desgaste de 30% sobre o peso do pneu novo produzido ou importado, a Equação 1 a seguir apresenta a forma de cálculo para a reposição no mercado:

$$MR = [(P + I) - (E + EO)] \times 0,7 \qquad \text{Equação 01}$$

Sendo,

MR: mercado de reposição de pneus (em toneladas);

P: total de pneus produzidos (em toneladas);

I: total de pneus importados (em toneladas);

E: total de pneus exportados (em toneladas);

EO: total de pneus que equipam veículos novos (em toneladas) e

Fator 0,7: o número de pneus deve ser convertido em peso e considerado um fator de desgaste de 30% em peso do pneu novo.

Nos municípios com população igual ou superior à 100.000 habitantes, são obrigados a instalar no mínimo 1 local de coleta no prazo máximo de 1 ano após a publicação da resolução, para cada pneu fabricado no país ou importado novo deve haver destinação adequada a um pneu inservível (CONAMA, 2009).

O IBAMA fica responsável de monitorar os projetos de coleta, armazenagem e descarte, mesmo que seja terceirizada a coleta a responsabilidade pelo material é inteiramente dos fabricantes e importadores, está descrito na resolução que a reforma do pneu não é reciclagem e sim um prolongamento de sua vida útil (CONAMA, 2009).

Segundo Eduardo de Souza Martins, ex-presidente do IBAMA, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é um grande avanço para o lixo brasileiro, mesmo sendo reaproveitável ou não. No caso dos pneus inservíveis já existe no Brasil uma legislação que garante a coleta e o devido descarte (MARTINS, 2010).

4.2 Legislação na Europa

Em 2006 entrou em vigor na Europa a Diretiva 1999/31/CE, sobre Aterros, proíbe a deposição de pneus picados, triturados em aterros sanitários, a deposição

de pneus inteiros já é proibida desde 2001 (União Europeia, 2001).

A Diretiva 1999/31/CE do Conselho, diz que como qualquer outro tipo de destinação de resíduos, a deposição em aterro deve ser controlada e gerida adequadamente, para evitar ou reduzir potenciais efeitos negativos sobre o ambiente e os riscos para a saúde humana. Os locais para a armazenagem temporária de resíduos deverão satisfazer os requisitos aplicáveis da Diretiva 75/442/CEE (que obriga de três em três anos, os Estados-membros elaborarem um relatório sobre a situação da eliminação dos resíduos nos respectivos países) (União Europeia, 2001).

A Diretiva 2008/98/CE (UE), de 19 de nov. de 2008, analisa os pneus e outros resíduos no final de sua vida útil, para que possam, após avaliação, serem reconhecidos e utilizados como matéria prima secundária ou fonte de energia alternativa (LAGARINHOS, 2011).

De acordo com Lagarinhos (2011), foram desenvolvidos após as diretivas, três sistemas para coleta, pré-tratamento e destinação para pneus usados. Cada Estado membro da Comunidade Europeia pode escolher o sistema que melhor lhe servir e mudar, se preciso, de um para o outro. Os três sistemas são (i) sistema de responsabilidade do fabricante; (ii) sistema de taxas e (iii) sistema de mercado livre. No sistema de responsabilidade do fabricante, o Estado define e regulamenta a forma e os responsáveis pela gestão dos pneus usados e obriga os fabricantes de pneus novos a coletar e dar destinação. No sistema de taxas, o Estado determina um imposto, para fabricantes e importadores, que financia a coleta o pré-tratamento e destinação final, que será repassado para o consumidor final. O Estado se responsabiliza em pagar os membros da cadeia de reciclagem. No sistema de mercado livre, o Estado estabelece a coleta e destinação, mas não define responsáveis para gerenciar o processo, quem destina os pneus usados são os detentores finais. Existe uma competição entre as empresas de destinação, que contribui para a redução de custos e o aumento da tecnologia empregada.

O sistema de responsabilidade do fabricante, parecido com a regulamentação em vigor no Brasil, em 2010 foi considerado na União Europeia o melhor sistema dentre os três (LAGARINHOS, 2011).

4.3 Legislação no Japão

Em 1970, foi aprovada no Japão uma lei para controlar o tratamento de resíduos e foi criada taxas para a coleta dos pneus inservíveis. Segundo Ferreira

(2016) o Japão é o país que está mais à frente no conceito de reciclagem de pneus inservíveis, no país o aproveitamento é de cerca de 91% do volume total e os três principais mercados que utilizam o pneu como matéria prima secundária na geração de energia, aplicação na construção civil e exportação para reutilização e recauchutagem (aplicação de nova camada de borracha em pneu).

5 QUANTIDADES DE PNEUS DESCARTADOS

A vida útil de um equipamento automotor deverá ser medida em quilômetros (km). Em países desenvolvidos, a vida útil de um automóvel pequeno chega a 350 mil km e esta vai até o limite máximo que o veículo possa suportar, por vezes ultrapassando os 450 mil km.

Segundo Veloso (2013), os pneus possuem tempo indeterminado para a sua decomposição na natureza.

Em média, a cada 40 mil km rodados, considerando que alguns pneus têm maior durabilidade ultrapassando os 90 mil km como os de caminhões, um veículo precisa trocar os quatro pneus. Portanto, um veículo com vida útil de 400 mil km irá aumentar o número de pneus velhos em um país em 40 pneus.

Segundo o Departamento Nacional de Trânsito brasileiro – DENATRAN, em janeiro de 2017 o Brasil possuía uma frota total de 96.329.863 unidades, incluindo automóveis, motocicletas, caminhonetes, utilitários, micro-ônibus, tratores, dentre outros. Um veículo que percorra por ano em média 20 mil km, a cada dois anos todos estes veículos precisarão trocar seus 4 pneus (2 pneus por ano) e com isso teremos uma produção anual de pneus velhos 186.659.736, mais de 180 milhões de pneus inservíveis todo ano. De acordo com o Denatran houve um aumento na frota no Brasil de dezembro de 2013 até janeiro de 2017 de quase 16 milhões de veículos e este número só tende a aumentar.

No Brasil a reciclagem de pneus está começando a ganhar espaço no mercado, de acordo com o site da ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), fundada em 1960, representa a indústria de pneus e câmaras de ar instalada no Brasil, que compreende onze empresas e 17 fábricas instaladas nos Estados de São Paulo (sete), Rio de Janeiro (três), Rio Grande do Sul (duas), Bahia (três), Paraná (uma) e Amazona (uma). Ao todo, responde por 26 mil empregos diretos e 120 mil indiretos. O setor é apoiado por uma rede com mais de 5 mil pontos de

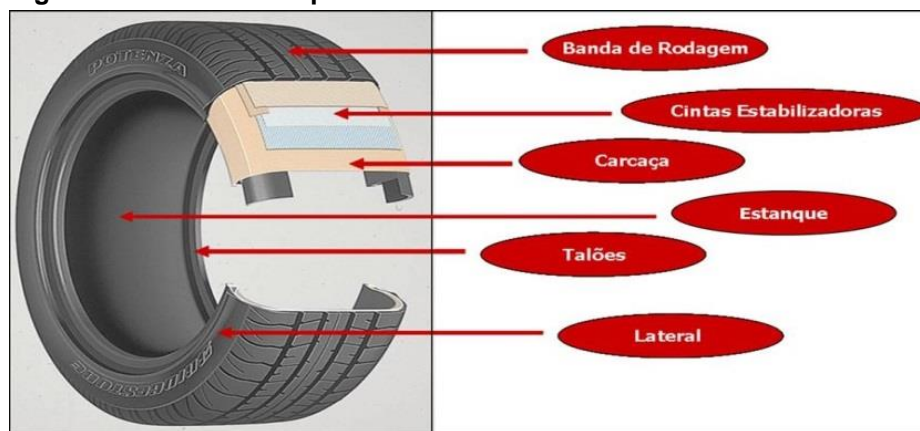
venda no Brasil com 40 mil empregos.

Em 2007 a ANIP criou a Reciclanip, voltada para a coleta e destinação de pneus inservíveis no País. Originária do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis, de 1999, a Reciclanip é considerada uma das principais iniciativas na área de pós-consumo da indústria brasileira, por reunir mais de 800 pontos de coleta no Brasil. Desde 1999, quando começou a coleta dos pneus inservíveis pelos fabricantes, mais de 3 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 600 milhões de pneus de passeio, foram coletados e destinados adequadamente.

6 ESTRUTURA DO PNEU

Um pneu é composto pela banda de rodagem, cintas estabilizadoras, carcaça, estanque, talões e lateral (Figura 1).

Figura 1. Elementos do pneu.



Fonte: Extraído de <http://www.bridgestone.com.br/noticia6/bridgestone-explica-as-estruturas-do-pneu>.

A única parte do pneu que entra em contato com o solo é a banda de rodagem. O desenho em sua superfície externa afeta a aderência em pisos secos e molhados e influencia diretamente a emissão de ruído e a drenagem de água. A banda de rodagem possui quatro elementos principais, sulcos, ombro, barras e ranhuras.

Os sulcos servem para drenar a água, evitar deslizamento, refrigerar e reduzir ruídos. Neles se encontram os TWIs (Tread Wear Indicator) que sinalizam quando o pneu deve ser trocado.

O ombro é uma área de grande esforço, pois recebe a força lateral durante as

curvas e tem arrastes intermitentes. Essa parte do pneu é uma das que mais sofrem pelos desgastes excessivos.

As barras geram a tração, são as partes em contato com o solo.

As ranhuras auxiliam a drenagem de água e a refrigeração do pneu. As ranhuras também são responsáveis por diminuir a ressonância, podendo ser lateral, talão, cintas estabilizadoras e carcaça.

A ranhura lateral possui borracha com propriedades específicas mais resistentes à fadiga gerada pela grande sollicitação de flexão e extensão, além do envelhecimento devido ao tempo de exposição a ações climáticas. Também sofre abrasões intermitentes devido a roçamentos.

O talão é formado por fios de aço banhados por cobre e revestido individualmente por borracha para evitar a oxidação e facilitar a adesão. O talão fixa o pneu na roda de maneira a evitar o vazamento de ar e garantir que não ocorrerá destalonamento durante a sollicitação normal de uso.

As cintas estabilizadoras têm influência direta no desempenho do pneu, na dirigibilidade, no conforto e em sua durabilidade. Cada cinta é formada por fios de aço de configurações específicas para determinadas aplicações e é revestida de borracha para facilitar a adesão com outros compostos de borracha. Tem a função de proporcionar estabilidade na zona de rodagem, proteger a carcaça de impactos e perfurações, além de restringir o diâmetro do pneu.

A carcaça também tem direta influência no desempenho, é formada por cordões de poliéster, nylon ou aço. As lonas de corpo recebem uma camada de borracha de ambos os lados para aumentar a adesão e evitar atrito interno. A carcaça resiste à pressão, suporta peso, choques, esforços gerados pelo torque do motor e aquecimento gerados por alta velocidade.

O estanque ou liner está presente nos pneus sem câmara de ar, corresponde ao revestimento interno formado por camadas de borracha que protegem a carcaça contra umidade, além de estancar o vazamento do ar comprimido, evitando a perda de pressão do pneu.

7 RECICLAGEM DE PNEUS

O processo de reciclagem de pneus consiste, em um primeiro momento, na separação das substâncias que o compõem e posterior tratamento dessas

substâncias para uso específico. O mesmo pode funcionar da forma que apresenta a Figura 2.

Figura 2. O processo de reciclagem do pneu.



Fonte: Extraído de www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-pneus/

Inicialmente, trituram-se separadamente os pneus maiores (de tratores, caminhões e outros), para em seguida adicionar os de veículos menores. Após esta etapa, os pneus triturados passam pelo processo da granulação. A seguir, extraem-se os metais com o uso de separador magnético. Retirados os metais, as empresas possuem formas diferentes para retirar os tecidos da mistura, restando finalmente somente o composto da borracha. Após a separação, cada substância é aproveitada por uma indústria específica.

8 APLICAÇÕES DO PNEU RECICLADO

O pneu é um dos produtos que pode ser 100% reciclado, mas é necessário saber suas aplicações para que todos possam ter acesso a esta informação e assim cada um realizar a sua parte. Dentre algumas das aplicações encontram-se (i) pavimentação asfáltica (o pó gerado pelo processo de recauchutagem e os pneus inservíveis triturados podem ser misturados com o asfalto, aumentando com isso a sua elasticidade, durabilidade, reduzindo os custos de manutenção dos pavimentos etc.); (ii) combustíveis alternativos para os fornos de cimento (utilização de pneus inservíveis triturados ou inteiros como combustível alternativo nos fornos de cimenteiras); (iii) pisos industriais, sola de sapato, tapetes de automóveis, borracha de vedação (depois do processo de desvulcanização e adição de óleos aromáticos resulta uma pasta, a qual pode ser usada para produzir estes produtos, entre outros); (iv) equipamentos para *playground* (são utilizados como obstáculos ou balanço, em baixo dos brinquedos ou nas madeiras para amenizar as quedas e evitar acidentes); (v) recauchutagem de pneus (é um processo de reforma do pneu, no qual o tempo de

vida de um pneu recauchutado não é muito inferior ao do pneu novo); (vi) utilização na construção civil (pneus reciclados podem ser transformados em material para construção de casas populares que ameniza dois sérios problemas: a poluição do meio ambiente e o déficit habitacional, utilizando sobras de borrachas, resultantes do processo de recauchutagem de pneus, estas sobras de borracha são misturadas à argamassa em substituição da areia, malhas de aço são adicionadas para aumentar a resistência. O resultado da mistura é colocado em molduras, resultando em milhares de placas pré-moldadas); (vii) desvulcanização do pneu inservível (converte a borracha vulcanizada em um material polimérico que, por sua vez, pode ser transformado em combustível, óleo, asfaltos de maior elasticidade e durabilidade ou aditivos para outros polímeros) e (viii) coprocessamento de pneus com a rocha de xisto piro betuminoso.

A análise dos vários mercados para utilização da borracha de pneus inservíveis mostra que somente dois apresentam potencial para utilização de um número significativo de pneus, o energético e o de misturas asfálticas (HEITZMAN, 1992; ZANZOTTO; KENNEPOHL, 1996).

Em resposta aos problemas ambientais e riscos de saúde causados pelas inúmeras pilhas de pneus inservíveis ao redor do mundo, a maioria dos países industrializados tem investigado diretrizes legais sobre este tópico. Regulamentações variam de país para país, mas o principal propósito dessas regulamentações é fornecer um dispositivo ambientalmente seguro, limitando a quantidade de pneus inservíveis armazenados em alguma dada localização e incentivar a reciclagem dos pneus inservíveis.

9 VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Uma grande reviravolta no mercado de reciclagem de pneus seria considerar o pneu inservível não apenas como resíduo, mas sim, como insumo energético para os fornos do setor de papel e celulose, cimenteira e termoelétrica, que têm capacidade de absorver todos os pneus inservíveis gerados no País.

O combustível “Pneu” já é utilizado em vários países como na Europa e EUA, porem aqui no Brasil ainda é uma novidade, devendo ser aberto um estudo pelas empresas, sabendo-se que pneu gera uma energia 30% maior que a queima de um quilo de carvão ou madeira na produção de energia. Cada quilograma de pneu libera

entre 8,3-8,5 quilowatts por hora de energia.

A empresa de recauchutagem Nortenha, localizada em Penafiel, Portugal, possui uma unidade de incineração de pneus, com capacidade de 3,8 mWh, ou seja, 14.000 t/ano de pneus inservíveis. Com isso está sendo gerada energia elétrica para iluminar 8500 residências de médio porte durante todo o ano, além de vapor para vulcanizar 250.000 pneus de passeio (PRADO FILHO, 2002; MARTINEZ, 2003). Segundo Martinez (2003), o pneu é queimado, produzindo calor que será transformado em vapor gerando energia elétrica por meio de um turbo gerador; eliminando assim, o pneu inservível.

10 CIMENTEIRAS

A fabricação do cimento compreende a extração e britagem das matérias-primas; dosagem, moagem e homogeneização dos componentes da farinha; aquecimento, calcinação e sinterização da farinha para formar o clínquer. Em função de como se prepara o material antes da sua entrada no forno rotativo, distinguem-se três sistemas principais de fabricação de clínquer: via úmida, no qual o material de alimentação é submetido à moagem úmida, resultando em uma pasta com teor de água de 30-40%; via semi-úmida ou semi-seca, que utiliza filtros-prensa para eliminar a água, obtendo-se grânulos com 15-20% de umidade e o via seca.

Os fornos rotativos são fornalhas longas, cilíndricas e levemente inclinadas revestidas com material refratário para proteger a camada de aço e reter o calor dentro do forno. A mistura da matéria-prima é colocada no forno pela extremidade elevada, sendo os combustíveis geralmente introduzidos na extremidade inferior do forno, em contra-corrente. Os materiais são movidos, lenta e continuamente, para a parte inferior pela rotação do forno. À medida que os materiais descem pelo forno, a matéria-prima é transformada em clínquer como resultado da temperatura crescente dentro do forno. Os combustíveis usados no forno rotativo de clínquer estão descritos a seguir, (i) óleo combustível (usado é o tipo 4A que é recebido em caminhões e estocado em dois tanques aquecidos com vapor através de serpentinas. O óleo é transferido dos tanques de estocagem para um tanque de serviço e, deste, bombeado para o maçarico do forno, onde é pulverizado e queimado); (ii) carvão vegetal (antes de ser usado como combustível no forno, passa por um processo de moagem, secagem e classificação, também no moinho de cru); (iii) pneu triturado (estocado em armazém,

é transferido por rosca transportadora e elevadora de canecas para um silo de estocagem, o qual alimenta a caixa de fumaça do forno. O pneu triturado é retirado do silo de armazenagem por uma rosca transportadora que conduz o material até um elevador de canecas, que por sua vez descarrega em outras duas roscas transportadoras que alimentam a caixa de fumaça. Os pneus triturados podem ser alimentados pelo maçarico do forno ou pela caixa de fumaça); (iv) maçarico do forno (alimentação do resíduo pelo maçarico do forno, incorporado com o carvão ou misturado com o óleo combustível, no caso de resíduos líquidos, ou mesmo através de um maçarico auxiliar, apresenta como vantagem a elevada temperatura na zona de queima e o alto tempo de residência dos gases no interior do forno, sendo indicado para destruição de substâncias orgânicas perigosas e (v) caixa de fumaça (este ponto é usado para alimentação de resíduos sólidos considerados como combustível alternativo. Os pneus triturados podem ser alimentados diretamente na caixa de fumaça. A segunda opção permite uma grande flexibilidade operacional quanto à consistência do resíduo e tamanho de partícula. A alimentação direta do resíduo na caixa de fumaça é feita manualmente através de um duto. Logo abaixo do ponto de alimentação existem duas comportas, do tipo contrapeso, que impedem a entrada de ar falso no forno, bem como a saída de gases quentes do mesmo, em caso de parada).

11 BENÉFICOS DA UTILIZAÇÃO DOS PNEUS INSERVÍVEIS

Podem-se identificar benefícios decorrentes da atividade de coprocessamento, como os descritos abaixo.

11.1 Indústrias Geradoras de Resíduos

Coloca-se à disposição uma alternativa de destinação final segura, definitiva e de baixo custo, que atende à legislação ambiental vigente. Promove-se a eliminação de riscos ambientais associados à estocagem e disposição inadequada, resultando num melhor relacionamento com a comunidade e órgão ambiental, contribuindo para uma política de qualidade total.

11.2 Órgão Ambiental

Os controles de resíduos estocados nas fábricas geram grande dispêndio de recursos humanos e financeiros para os órgãos de controle ambiental. Apresenta-se uma alternativa de destinação final conhecida e consagrada mundialmente, de fácil

controle e com elevada capacidade de tratamento de resíduos. Aumenta-se substancialmente o controle ambiental no processo de fabricação de cimento.

11.3 Indústria Cimenteira

Economiza combustível e matéria-prima, mas assume os riscos ambientais e os custos de uma operação adicional. O forno de cimento é a alternativa ambiental mais viável para a destruição de pneus. No Brasil, a queima de pneus atinge cerca de 10 mil toneladas por ano, enquanto que nos Estados Unidos este volume é de 685.000 toneladas por ano (ABCP, 2002). As indústrias de cimento, com isso, melhoram a imagem junto à sociedade como colaboradora no processo de eliminação de resíduos, redução do custo do cimento produzido e receita complementar gerada pela atividade.

11.4 Comunidade

A viabilidade de alternativas para o tratamento dos pneus inservíveis constitui-se em fator de melhoria para a qualidade de vida da comunidade. A destruição térmica de um resíduo orgânico envolve aquecê-lo até a temperatura de destruição, mantê-lo nessa temperatura por um determinado tempo e fornecer quantidade suficiente de oxigênio para destruí-lo. Essas e outras são características que fazem do forno de cimento um dispositivo adequado de combustão para o tratamento de resíduos (MARINGOLO, 2001):

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da legislação brasileira ser muito boa em sua teoria a prática da mesma tem deixado muito a desejar, pois diante da atual necessidade em que vivemos, qualquer projeto que venha a trazer benefícios, não somente ao meio ambiente mas também a sociedade como um todo, deve ser levado em consideração de forma a termos mais benefícios as empresas que se comprometem com o futuro de nosso planeta. Vimos que o pneu é realmente uma fonte de produtos que podem ajudar em todos os quesitos e cada dia que passa surge um novo produto que possa ser utilizado com a sua reciclagem. O intuito é chamar a atenção para este produto e em consequência abrir a visão para tantos outros que diariamente são descartados desenfreadamente na natureza trazendo os mais diversos riscos ao nosso único planeta.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. S. Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização. 2007, 101 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

ANIP. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Reciclanip. Disponível em: <http://www.reciclanip.com.br/?cont=ecopontos_oquesao>. Acesso em: 14 out. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 04 out. 2017.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO – DOU. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

FERREIRA, F. F.; LIXANDRÃO, K. C. L. Reciclagem de pneus. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, p. 78-79, 01 ago. 2016.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relatório de Pneumáticos: Resolução Conama nº 416/09 2016 (ano-base 2015). Disponível em: <<http://ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2016.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2017.

LAGARINHOS, C. A. F. Reciclagem de pneu: Análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa. 2011. 293 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/deel/Desktop/ARTIGO/ARTIGOS%20PRO%20TRABALHO/Tese_Carlos_A_P_Lagarinhos.pdf> Acesso em: 24 out. 2017.

LAGARINHOS, C. A. F.; ESPINHOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus usados no Brasil: Revisão das tecnologias usadas. Net, São Paulo, novembro de 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Lagarinhos/publication/313938082_RECICLAGEM_DE_PNEUS_USADOS_NO_BRASIL_REVISAO_DAS_TECNOLOGIAS_USADAS/links/58b02c7daca2725b5413b893/RECICLAGEM-DE-PNEUS-USADOS-NO-BRASIL-REVISAO-DAS-TECNOLOGIAS-USADAS.pdf>. Acesso em: 13 out. 2017.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus: discussão do impacto da política brasileira - Engevista, 11, p.32 (2009). Disponível em:

<<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/viewArticle/226>>. Acesso em: 24 out. 2017.

MARTINS, E. S. “A construção de um programa que já reciclou mais de 240 milhões de pneus inservíveis”, RECICLANIP, São Paulo (2010). Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br>>. Acesso em: 11 out. 2017.

ODA, S.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação. Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001.

SOLER, F. D.; SILVA FILHO, C. R. V. 3ª ed. São Paulo: Editora Trevisan, 2015. 300p.- PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, visão da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE (2015). Disponível em: <www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em: 11 out. 2017.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de abril de 1999. Relativa a decomposição de resíduos em aterros. Jornal Oficial nº L182 de 16/07/1999 p, 0001-0019). Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A31999L0031#document1>>. Acesso em: 21 out. 2017.

VELOSO, Z. M. F. Ciclo de Vida dos pneus. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Zilda-Maria-Faria-Veloso-CicloVida-Pneus.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

WEISE, Andreas Dittmar et al. UM ESTUDO SOBRE O TEMPO-PADRÃO NO PROCESSO PRODUTIVO DE RECAPAGEM DE PNEUS EM UMA CONCESSIONÁRIA DE VEÍCULOS. Gestão e Desenvolvimento, Novo Hamburgo, v. 10, n. 1, jan. 2013. ISSN 2446-6875. Disponível em: <<http://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/1033>>. Acesso em: 14 out. 2017.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Managing End-of-Life Tires. Suíça WBCSD. Agosto, 2008. Disponível em: <<http://www.wbcds.org/Projects/Tire-Industry-Project/Resources/Managing-End-of-Life-Tires>>. Aceso em: 14 out. 2017.

ZANZOTTO, L.; KENNEPOHL, G. J. Development of rubber and asphalt binders by despolymerization and devulcanization of scrap tires in asphalt. Washington, D.C.: TRR, 1996. (Transportation Research Record 1530).

<http://www.denatran.gov.br/estatistica>, frota total de veículos no Brasil. Acesso em: 10 nov. 2017.

<http://www.anip.com.br/index.php?cont=conteudo>, dados e informações sobre fabricas e rede credenciada. Acesso em 10 nov. 2017.

[http://www.bridgestone.com.br/noticia6/bridgestone-explica-as-estruturas-do-pneu, estrutura do pneu.](http://www.bridgestone.com.br/noticia6/bridgestone-explica-as-estruturas-do-pneu,estrutura%20do%20pneu) Acesso: 10 nov. 2017.

<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-pneus/>, figura 2. Acesso 10 nov. 2017.