

ÁREA TEMÁTICA: RECICLAGEM

**A UTILIZAÇÃO DE PNEUS NA RECUPERAÇÃO DE ENCOSTAS:
VANTAGENS ECONÔMICAS, AMBIENTAIS E SOCIAIS**

*Adrielle Medeiros Barros¹ (adriellemb@hotmail.com), Jaiane dos Santos Pastor²
(jaianedossantosp@gmail.com), Gabrielly da Mota Nunes³ (gabriellymota@hotmail.com)*

1 Centro Universitário de João Pessoa

2 Centro Universitário de João Pessoa

3 Centro Universitário de João Pessoa

RESUMO

Diante da grande quantidade de pneus descartados e armazenados de maneira incorreta, há a geração de resíduos ocasionando impactos ambientais e conseqüentemente, conduzindo à prejuízos irreversíveis, como: o depósito de água que pode ser foco para doenças como a dengue, a eliminação através de queima a céu aberto que contamina o solo e o ar além da criação de depósitos clandestinos. De forma a reverter essa problemática, algumas resoluções foram criadas com o intuito de apresentar alternativas para o reaproveitamento desse resíduo, tornando medidas viáveis, pois associa a eficiência mecânica, o baixo custo do material e ainda a minimização desses rejeitos para a natureza. Com base nisso, a pesquisa de caráter exploratório e descritivo com abordagem qualitativa, apresenta como objetivo abordar o reaproveitamento de pneus como alternativa para a recuperação de encostas, além de especificar as vantagens da utilização dessa medida. Em síntese, denotasse a importância do reaproveitamento de pneus na recuperação de encostas, como forma de evitar a geração de impactos ambientais, além de garantir eficiência na recuperação de encostas. Diante dos resultados apresentados, é possível concluir o reaproveitamento de pneus como uma maneira eficaz e sustentável, além de apresentar baixo custo em relação a sua eficiência mecânica conciliado a sua aplicabilidade para solucionar a problemática de encostas.

Palavras-chave: Encostas; Pneus; Reaproveitamento; Resíduo.

**THE USE OF TIRES IN THE RECOVERY OF ENCOSTAS: ECONOMIC,
ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ADVANTAGES**

ABSTRACT

In view of the large number of tires discarded and stored incorrectly, there is the generation of waste causing environmental impacts and consequently, leading to irreversible losses, such as: the deposit of water that can be a focus for diseases such as dengue, elimination through burning in the open air that contaminates soil and air beyond the creation of clandestine deposits. In order to revert this problem, some resolutions were created with the intention of presenting alternatives for the reuse of this residue, making feasible measures, since they associate the mechanical efficiency, the low cost of the material and also the minimization of these rejects to nature. Based on this, the exploratory and descriptive research with a qualitative approach, aims to approach the reuse of tires as an alternative for the recovery of slopes, besides specifying the advantages of using this measure. In summary, it was important to reuse tires in the recovery of slopes as a way of avoiding the generation of environmental impacts, besides guaranteeing efficiency in the recovery of slopes.

Keywords: Slopes; Tires; Reaproveamento; Residue.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento tecnológico, aumento da população e demanda por novas tecnologias tem causado preocupação para a sociedade moderna, pois a geração de resíduos sólidos tem crescido bruscamente, entre esses resíduos estão os pneus que se tornaram problema mundial ao longo dos anos, pois a utilização de transporte e indevido descarte desse componente crescem ao longo dos anos no mundo. Vários países têm estudado métodos e processos para a reutilização de pneus inservíveis.

Conforme Bernardo (2017), o uso de métodos de reciclagem e reaproveitamento é a saída para esquivar-se desta situação. Os pneus abandonados não são apenas uma adversidade ambiental, mas também de saúde pública, pois armazena água das chuvas, gerando ambientes bastante propícios a proliferação de doenças como a malária através do abrigo aos mosquitos. Para impedir o avanço desse lixo, é preciso fazer o uso da reciclagem. Os pneus podem substituir materiais limitados e esgotáveis, minimizando custos na construção, desequilíbrio ambiental e perda de pneus.

Sua reutilização pode ser feita por separação de componentes, trituração ou ser usado de forma inteira. Esse material tem ganhado destaque, pois pode ser usado de várias formas, sendo as aplicações mais usuais em aterro ou suporte de estradas, material para compostagem, barragens, isolantes térmicos e acústico, aditivo para pavimento asfáltico e até estabilizadores de encostas. Este último tem sido vantajoso, principalmente em áreas suscetíveis a desmoronamento, os pneus são colocados em camadas horizontais espaçadas verticalmente e unidas por alças de metal, as camadas formadas são preenchidas com solo ou aterro.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo expor os benefícios da utilização de pneus na construção civil, especificamente em muro de contenção/encostas, sendo de grande importância para áreas que sofrem com desmoronamentos ou erosões, consequentemente dando uso aos pneus inservíveis, minimizando seu descarte indevido e aproveitando suas vantagens.

3. METODOLOGIA

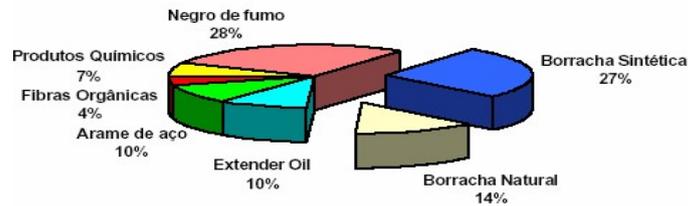
O presente artigo tem como caráter exploratório e descritivo com abordagem qualitativa, pois serão descritas a utilização, além de um caso específico da aplicabilidade do uso dos pneus no ramo da construção civil, podendo se tornar um embasamento para estudos em outras áreas geográficas para solucionar problemas de encostas. Para isso, foi realizado um estudo bibliográfico acerca do tema abordado e a base de dados da pesquisa foram monografias e artigos, conciliando a teoria apresentada com a prática, através do caso já existente no interior do município de Ijuí no Rio Grande do Sul com a finalidade de melhor expor a reutilização de pneus em obras de engenharia civil, além de sites de fontes extremamente seguras.

4. RESULTADOS

4.1 Pneus

Os pneus são constituídos essencialmente por três materiais: borracha, têxtil e metal, justamente como são representados na Figura 1, composto pelas seguintes partes: banda rolamento, cinturão, carcaça, fiancos e talão, apresentados em forma de um corte radial na Figura 2. É considerado um produto fundamental para garantir melhor desempenho e estabilidade dos veículos. É fabricado com a finalidade de atender além de condições climáticas, características do sistema vigente no país e a práticas de consumo.

Figura 1. Composição de Pneus Radiais para Automóveis



Fonte: Paula, 2004

É possível observar na Figura 1, os tipos de materiais que fazem parte da composição de pneus, se destacam os percentuais em ordem decrescente: negro de fumo, borracha sintética e natural, *extender oil*, arame de aço, fibras orgânicas e produtos químicos. Pode-se observar que são materiais tóxicos ao meio ambiente, por isso se faz necessário o seu reaproveitamento.

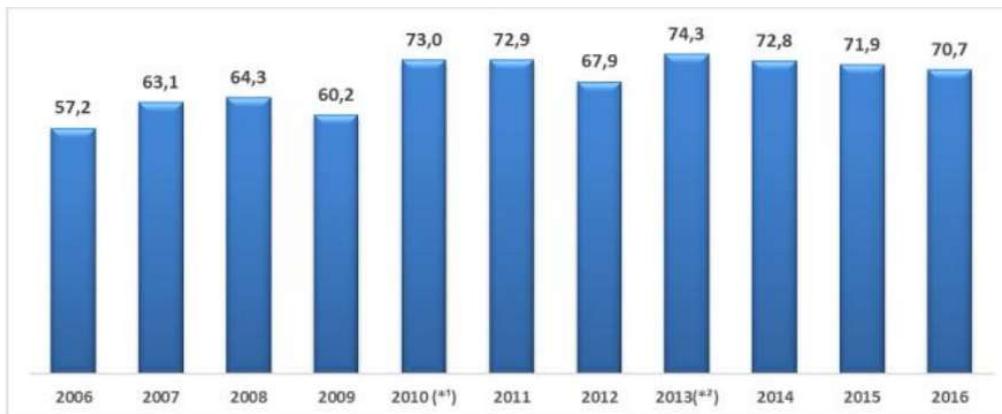


Fonte: Andrietta, 2002

No corte radial é observada a estrutura interna de pneus, a Figura 2 permite entendimento dessa estrutura internamente: malha de tecido, são aplicadas em torno da faixa interna, sobre a malha de aço, para dar resistência, talão é uma cinta (ou antes, um cabo) de borracha e aço de cada lado no ponto de contato com a roda, malha de aço é aplicada sobre a faixa interna, que dá resistência e a forma final ao pneu e a banda de rodagem, de borracha mais mole, é o ponto de contato com o solo, além do cinturão de aço torna o pneu mais estável.

É perceptível a enorme quantidade de vendas de pneus, foi verificado que no período entre os anos de 2011 e 2016, foram vendidos no Brasil 401,8 milhões de pneus (Figura 3), as vendas incluem, também, as quantidades de pneus importados.

Figura 3. Total de vendas pneus em milhões de unidades por ano



Fonte: ANIP, 2017

4.2 Reutilização de Pneus na construção civil

Diante da enorme quantidade de pneus descartados ou armazenados de maneira inadequada gerando resíduos que comprometem o meio ambiente, pode provocar prejuízos irreversíveis como: o depósito de água que pode ser foco para doenças como a dengue, a eliminação através de queima a céu aberto que contamina o solo, a criação de depósitos clandestinos, além de representar riscos constantes de incêndios (Figura 3), com liberação de uma grande quantidade de fumaça tóxica devido à constituição da borracha, liberando substâncias gasosas cancerígenas como carbono, enxofre, benzeno e metais pesados (zinco, cromo, cádmio e chumbo).

Figura 3. Incêndio em lixão ilegal em Madri



Fonte: Sérgio Perez, 2016

As resoluções criadas proporcionaram um avanço significativo na reciclagem de pneus e no desenvolvimento de tecnologias para sua reutilização. Algumas das inúmeras alternativas para o reaproveitamento desse produto: incorporar a borracha dos pneus em obras de pavimentação prolongando a manutenção no serviço, fonte energia em substituição ao carvão são utilizados em fábricas de cimento para a produção de clínquer através do processo de coprocessador (queima de resíduos industriais em fornos de cimenteiras), obras de drenagem formando tubos ao em vez de bueiros, compostagem, contenção de erosão no solo, dentre outros.

Por meio das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no. 258/99 e 301/02, regulamentadas pela Instrução Normativa no. 8/02 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, procedimentos e metas para pneumáticos inservíveis

foram estabelecidos no Brasil. A legislação impôs, a partir de 2002, a obrigatoriedade de destinar corretamente um pneu inservível para cada quatro novos produzidos, importados e reformados. A cada ano, a obrigatoriedade foi crescendo até chegar a cinco pneus para cada quatro pneus reformados a partir de 2005 (CONAMA, 1999 e CONAMA, 2002), mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Prazos e metas impostas aos produtores e importadores para à destinação de pneus inservíveis

Prazo a partir de	Pneus novos (nacionais ou importados)	Pneus inservíveis	Pneus Reformados (importados)	Pneus inservíveis
Janeiro de 2002	4 unidades	1 unidade	-	-
Janeiro de 2003	2 unidades	1 unidade	-	-
Janeiro de 2004	1 unidade	1 unidade	4 unidades	5 unidades
Janeiro de 2005	4 unidades	5 unidades	3 unidades	4 unidades

Fonte: CONAMA nº 258/2002

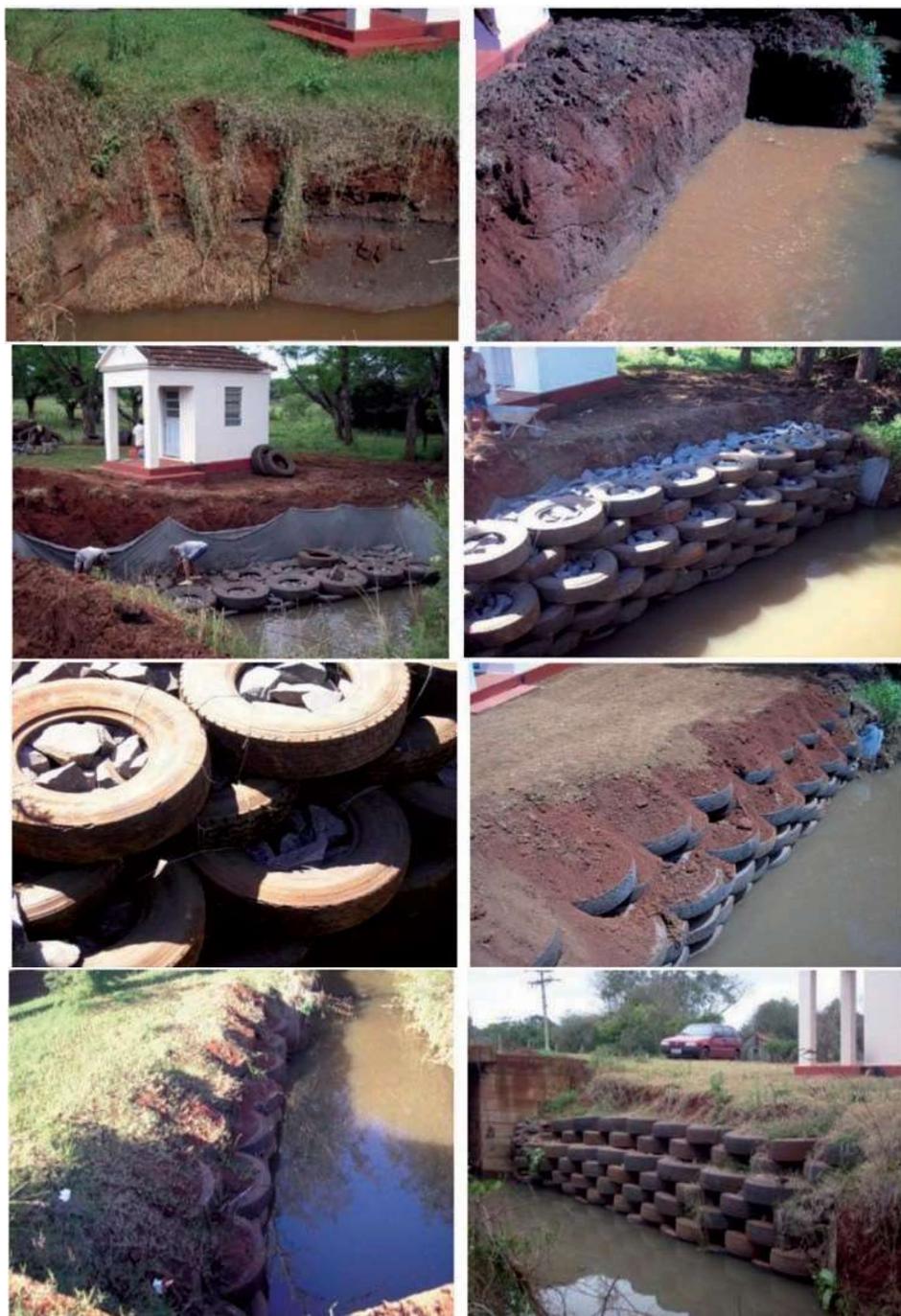
4.3 A utilização de pneus na recuperação de encostas

A utilização de pneus usados em obras de engenharia se torna uma alternativa viável, pois associa a eficiência mecânica, o baixo custo do material e ainda a minimização desses rejeitos para a natureza, apresentando uma solução ambiental para pneus que ficam acumulados nos aterros sanitários, em terrenos baldios ou às margens dos rios, podendo ser utilizados como contenção em locais onde haja possibilidade da construção de uma base compatível com a altura do muro a construir.

O exemplo abaixo consiste na execução de um muro de arrimo composto por pneus preenchidos por agregados que foram em empilhados para contenção de uma encosta localizada no interior do município de Ijuí no Rio Grande do Sul (Figura 3).

A realização do experimento partiu da necessidade de construção de uma estrutura de contenção em talude erodido, que, em razão do estágio avançado da erosão, colocava em risco capitel dedicado a Nossa Senhora da Conceição, primeira capela do município. Foi eleito esse método alternativo devido a dois fatores essenciais. Primeiramente a economia de recursos públicos, considerando o baixo custo se comparado às demais modalidades de estrutura. Posteriormente, proteção do meio ambiente, por meio da destinação correta aos pneus inservíveis (BARONI, 2007, p. 49-50). Através deles, foi identificado a quantidade de pneus e os materiais que seriam necessários, os dimensionamentos devidamente corretos, incluindo suas angulações, garantindo assim sua eficiência, o custo global em relação ao muro de concreto armado, custando 6 vezes menos que o de concreto.

Figura 3. Execução do muro de arrimo com pneus



Fonte: Baroni, Specht e Pinheiro, 2012

A Figura 3 corresponde às etapas da execução que são respectivamente a erosão no talude e abertura da vala, o muro em execução e a estrutura dos pneus, detalhamento do preenchimento e da amarração e a estrutura em março de 2007 e em julho de 2008.

As estruturas de contenção com pneus inservíveis merecem destaque com base nos seguintes benefícios: a) pode ser construída com equipamentos considerados rudimentares e de fácil manuseio; b) não demanda mão de obra especializada, tendo os profissionais sido treinados durante a execução; c) a utilização de arame galvanizado possibilita adequada rigidez na estrutura e, também; d) economia de recursos, dado que a estrutura em concreto armado, para a mesma finalidade, teria um custo econômico aproximadamente seis vezes maior. (BARONI 2007, p. 93-94).

Os muros de pneus trabalham como muros de gravidade com grande flexibilidade, se acomodam aos recalques do terreno e, por esse motivo, não são sugeridos em taludes que sirvam de suporte para cargas vindas de edificações, ferrovias e rodovias, que são obras que não suportam deformações na base. Os pneus são cortados ao meio durante todo o seu perímetro e separados em duas faces iguais. Depois, são amarrados entre si, preenchidos por solo e pedras, fazendo toda a extensão da base do talude. Nas camadas superiores os pneus devem ser centralizados, ou seja, colocado o cento da circunferência exatamente sobre a junção dos pneus de baixo, criando uma amarração entre todas as camadas até atingir a altura necessária (JESUS, 2013). A Figura 4 explicita um perfil do método construtivo com a utilização de pneus.

Figura 4. Muro de contenção com o uso de pneus



Fonte: PINTO, 2012

CONCLUSÃO

Em síntese, verifica-se que o descarte inadequado de pneus pode acarretar no comprometimento do meio ambiente, além de afetar diretamente a saúde da população através de diversos fatores. Dessa forma, as legislações existentes contribuem para evitar que essa problemática apresente maior proporção ao obrigar o destino correto de um pneu inservível para cada quatro novos produzidos, importados e reformados. Além disso, outro meio para impedir o descarte inadequado desse resíduo é o seu uso na construção civil. Logo, ao longo da pesquisa analisou-se a vasta eficiência da utilização de resíduos sólidos na construção civil, mais especificamente, o reaproveitamento de pneus como forma de evitar impactos ambientais em conjunto com a sua aplicabilidade para solucionar a problemática de encostas, obtendo uma gama de vantagens, desde o seu baixo custo à sua eficiência mecânica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Hered de Souza. **PNEUS INSERVÍVEIS: ALTERNATIVAS POSSÍVEIS DE REUTILIZAÇÃO**. 2007. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

ANDRIETTA, A. J. Pneus e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução. Out. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipientes.html>> Acesso: 16 fev. 2019.

ANIP - Associação Nacional de Indústrias de Pneumáticos. Disponível em: <http://www.anip.org.br/>. Acesso em: 22 mar. 2018.

BARONI, Magno ; SPECHT , Luciano Pivoto; PINHEIRO, Rinaldo José Barbosa. **Construção de estruturas de contenção utilizando pneus inservíveis: análise numérica e caso de obra.** Engenharia Civil, REM: R. Esc. Minas - Ouro Preto, 8 jul. 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/21702383/Constru%C3%A7%C3%A3o_de_estruturas_de_conten%C3%A7%C3%A3o_utilizando_pneus_inserv%C3%ADveis_an%C3%A1lise_num%C3%A9rica_e_caso_de_obra?auto=download> Acesso em: 23 fev. 2019.

BARONI, Magno. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de pneus inservíveis como material de construção de estruturas de contenção arrimadas.** 2007. 114 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007. Disponível em: <http://perquirere.unipam.edu.br/documents/1833550/0/Benef%C3%ADcios+sociais+e+ambientais+na+utiliza%C3%A7%C3%A3o+de+pneus+inserv%C3%ADveis.pdf/eae59682-bdcf-4ddf-9e5c-5804ccdac271>. Acesso em: 29 mar. 2019.

BERNARDO, Eulávio Romão. **Reutilização dos pneus em muros de contenção de terra.** In: 8º CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, 2017, Moçambique. Proceedings [...]. Moçambique: INEGI/FEUP, 2017. p. 953-966. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/clme/2017/Proceedings/data/papers/7019.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2019.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no. 258, de 26 de agosto de 1999. Resoluções. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 16 Fev. 2019.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no. 301, de 21 de março de 2002. Resoluções. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 16 Fev. 2019.

DANTAS, BÁRBARA DE OLIVEIRA LAGE. **REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DE PNEUS INSERVÍVEIS NA PAVIMENTAÇÃO.** 2018. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Engenharia Civil) - Graduanda, João Pessoa, 2018. Disponível em: http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2018.1/reutilizacao-de-residuos-solidos-da-construcao-civil-e-de-pneus-inserviveis-na-pavimentacao.pdf. Acesso em: 22 mar. 2019.

JESUS, L. P. de. **Muro de arrimo.** 2013. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás PUC/GO, Goiânia, 2013.

Lagarinhos, Carlos & Espinosa, Denise & A S Tenório, Jorge. (2017). **RECICLAGEM DE PNEUS NO BRASIL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320930453_RECICLAGEM_DE_PNEUS_NO_BRASIL_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES> Acesso: 16 fev. 2019.

PAULA, P. R. *Responsabilidade ambiental no Brasil: o destino final que é dado aos pneus usados.* São Paulo: Uninove, 2004 (Monografia de conclusão de curso de graduação em administração).

PINTO, D. B. F. **Notas de aula.** Disciplina: Obras de Terra. 2012. 46p. Centro Universitário de Formiga.