

Reutilização de pneus na construção de muros de arrimo no Agreste pernambucano
Reutilization of tires in the construction of support walls in pernambuco's Agreste

Michael Antão dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Pernambuco, Campus Caruaru (IFPE)
Docente do IFPE, *Campus* Caruaru (IFPE)
michael.santos@caruaru.ifpe.edu.br

 <https://orcid.org/0009-0005-8783-0967>

Brenda Manuella da Silva Giló

Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste (UFPE-CAA)
Discente de Engenharia Civil da UFPE/CAA
brendagilo95@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-2553-6452>

Lucidio Nereu Barbosa Duarte

Universidad Militar Nueva Granada, Campus Cajicá, Colômbia
Docente da Universidad Militar Nueva Granada, Campus Cajicá, Colômbia
lucidio.barbosa@unimilitar.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0001-0122-3551>

Resumo

A problemática ambiental e seus aspectos vêm sendo discutidos com maior intensidade nos últimos anos. Questionar sobre a responsabilidade coletiva com o meio ambiente e danos da ausência de um planejamento e gestão dos resíduos gerados, tornou-se assunto comum tanto a grandes empresas quanto aos consumidores conscientes na nossa sociedade. Dispor do resíduo sólido em questão (pneu) para a área da construção civil é uma das diversas possibilidades para um novo direcionamento do que tornar-se-ia um detrito, além da redução do transtorno gerado a saúde pública, como é o caso das doenças provocadas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Idealizou-se a construção do muro de arrimo como opção para uma destinação adequada dos pneumáticos, no Agreste pernambucano.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Pneus. Muro de Arrimo. Reciclagem.

Abstract

Environmental issues and their aspects have been discussed more intensively in recent years. Questioning about collective responsibility to the environment and damage from the absence of planning and management of waste generated has become a common issue for both big business and conscious consumers in our society. Disposing of the solid waste in question (tire) for the construction sector is one of several possibilities for a new direction of what would become a debris, also the reduction of the disorder generated to public health, as is the case of diseases caused by the mosquito *Aedes aegypti*. Considering all that, it was conceived the construction of the retaining wall as an option for an adequate destination of the tires, in the Agreste pernambucano.

Keywords: Environment. Tires. Reach Wall. Recycling.

Introdução

O crescimento exponencial do consumo humano e a extração de recursos nas últimas décadas é algo inegável, – principalmente após a Revolução Industrial – além de que a quantidade de resíduos gerados cresceu abruptamente. É perceptível a ascensão de uma ideologia de consciência ambiental, tanto por parte do poder público quanto pela sociedade atual. Todavia ainda são muitos os desafios encontrados para a destinação correta dos materiais, além de atividades as quais promovem sua reciclagem, reutilização e redução do que se reverteria em lixo.

O referente artigo se reporta a técnicas de reutilização de pneus na construção de muros de arrimo, com o intuito de reaproveitar como matéria-prima base o pneu, tendo-se em conta um método de custeio acessível, para maior disseminação do mesmo ao público de baixa renda; além de viabilizar parcerias com a Prefeitura Municipal de Caruaru e a Rede Pneu Mil com o propósito de alcançarmos colaboração na execução do projeto.

Nossa metodologia apresenta pontos desde a arrecadação dos pneus, elaboração e desenvolvimento da técnica construtiva, até a culminância com palestras e exposições na escola municipal em tempo integral professor Rubens de Lima Barros e para fins didáticos aos alunos de Edificações, 7º e 8º períodos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Pesqueira, proporcionando disseminar a técnica com a comunidade externa e interna ao IFPE.

Por conseguinte, reduziu-se a presença de material inutilizável, favorecendo uma diminuição destes resíduos na natureza, e menores impactos na saúde pública, tendo como propósito do emprego do material reciclável (pneu) para construção de muros de arrimo, de tal modo que se possa reciclar, reduzir e reutilizar usando-o para fins construtivos.

Por fim, serão abordadas as considerações finais referentes a todo o processo construtivo e os resultados referentes a esta atividade e discussões pertinentes à temática realizada com o público de discentes das entidades de ensino público.

Fundamentação Teórica

A geração de resíduos sólidos tornou-se uma das incontáveis resultantes do consumismo humano. Por muito tempo olvidado e pouco salientado essa produção gerou impactos, impactos estes que poderiam ser evitados com uma administração efetiva e coerente, entretanto por causa dessa lacuna o meio ambiente foi o que sofreu ao decorrer do tempo como afirma Dias:

Ao longo do século XX, foram os grandes acidentes industriais e contaminação resultante

deles que acabaram chamando a atenção da opinião pública para a gravidade do problema. Alguns dos problemas ambientais tornaram-se assunto global e pela visibilidade e facilidade de compreensão quanto a causa e efeito constituíram-se na principal ferramenta a construção de uma conscientização dos problemas causados pela má gestão. (DIAS, 2011, p. 08)

No Brasil, a destinação destes resíduos ao nível legislativo só encetou a ser discutido e apercebido quando em 02 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei Federal N.º 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual discorre em seu Artigo 1º:

Esta lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. (PNRS, Art. 1º)

Graças a esta sanção foi possível que debates diferenciados sobre saúde pública, meio ambiente e a destinação correta de resíduos sólidos tornaram-se mais frequentes.

Um dos frutos de tais diálogos é o processo da logística reversa, que de acordo com Mueller (2005) o aumento do ambiente de descarte é proporcional ao tempo de consumo do produto final, interligando a este fato o processo de logística pós-consumo preocupa-se com a administração, não somente da entrega do produto ao consumidor, mas ao retorno e direcionamento cabível, de acordo com a natureza do produto, sendo reutilizado ou até mesmo gerenciando um descarte final adequado ao mesmo.

O Programa de Gestão Ambiental Donaire (2014) relata que são atividades estabelecidas que envolvam flexibilidade para as divergências que podem ocorrer no ambiente presente quanto ao ambiente futuro. Vale salientar que a logística pós-consumo, enfatiza o retorno de produtos altamente nocivos para o meio ambiente tanto no longo período de degradação como todo o lixo tóxico e tecnológico, enfocando parcerias e programas para a manipulação apropriada desses produtos.

A Reciclanip já é um exemplo de uma mentalidade mais consciente e sustentável no meio da indústria de pneumáticos. Formada em março de 2007, pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e, em 2010, a Continental se une a este grupo, o qual tem por finalidade a destinação e coleta de pneus inservíveis valorizando a responsabilidade do pós-consumo deste produto.

Segundo Floriani, Furlanetto e Sehnem (2016) houve um aumento considerável nos pontos

de coleta – Resultante de convênios entre Reciclanip com as Prefeituras Municipais - entre o intervalo de menos de 10 anos, cresceu quase em 1000%, já que o quantitativo de pontos de coleta passou de 85 para 824, permitindo maior acessibilidade para que ocorra a logística reversa.

De acordo com a Resolução 416 do Conama na qual legisla e programa procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país, determina uma destinação correta e viável para os pneus ocasionando redução de riscos ambientais e a saúde pública, em que fabricantes e revendedoras devem a cada pneu novo posto no mercado arrecadar um pneu inservível, podendo gerar em casos de descumprimento alguma sanção cabível.

Utilizar este resíduo para o meio construtivo é uma opção, que vem sendo analisada e difundida no campo de investigação científica como disserta Kamimura: “A valorização dos pneus de descarte, pela indústria da construção civil, demandam um beneficiamento prévio, e somente uma parcela do material processado pode ser absorvido pela construção civil. (KAMIMURA, 2002, p. 6)”

Ainda segundo Kamimura (2002) os pneus descartados, contudo, que estejam inteiros podem ser utilizados para construção de barreiras ou muros para conter a erosão, sendo ela causada por fatores climáticos (Ventos, enchentes ou ressacas) ou características do relevo.

Metodologia

Na metodologia, abordaremos quais as etapas para efetivação da atividade, descrevendo de forma detalhada e ilustrada os procedimentos, expostos a seguir.

Arrecadação dos Pneus

Para dar início a técnica houve a necessidade de firmar parcerias tanto de pontos temporários de coleta quanto em possíveis colaboradoras. Sendo elas borracharias de médio ou pequeno porte e empresas especialistas em recapagem ou revenda de pneus.

Visitação

Na abordagem inicial foi feita a breve apresentação do projeto dividindo em: área possível de atuação, problemática encontrada, solução proposta pelo projeto e possíveis formas de execução utilizando os pneus. Após o devido diálogo, ao depender do interesse por parte do ouvinte, foi realizada uma proposição ao responsável que veio a ser um possível parceiro físico ou jurídico.

Visitação às borracharias

Muitas borracharias de pequeno porte, ainda, não estão engajadas na “Logística Reversa”. Visando destinar de maneira coerente os pneus inservíveis, depois de feita a exposição de nossas ideias, propondo uma arrecadação mensal ou quinzenal nestes locais.

Visitar pontos de revenda de pneus

Assim como as borracharias, estes locais podem não estar executando o processo de entrega dos pneus inutilizáveis. Desejando gerenciar o que poderia vir a ser um resíduo, exibimos nossa iniciativa e, conforme o interesse e levando em consideração a disposição, cogitamos a possibilidade de uma coleta em intervalos mensais ou quinzenais.

Visitar fabricantes ou revendedoras de Pneumáticos

De acordo com a Resolução 416 do Conama, Art. 11, Parágrafo III, os fabricantes e importadores devem promover estudos e pesquisas para o desenvolvimento das técnicas de reutilização. A fim de promover o instinto científico para a aprendizagem e aprimoramento, através da apresentação do então projeto partiu-se para firmar as cabíveis colaborações.

Parcerias

Durante este processo de visitação – o qual realizou-se o encontro de pequenas empresas no ramo de pneumáticos - firmou-se alguns pontos de coleta temporários, contudo os recursos ofertados ainda não supriam a real necessidade planejada. Despertou-se a necessidade de visitar empresas de grande porte, com maior disponibilidade de material inutilizável. Após uma vasta procura, a Rede Pneu Mil disponibilizou-se, firmando, deste modo, uma parceria para a arrecadação do material especulado.

Filiou-se também, uma parceria com a Prefeitura Municipal de Caruaru, que objetivando amenizar os focos de mosquitos da dengue - *Aedes Eghipty* – havia iniciado a coleta em áreas urbanas do maior número possível de pneus, deste modo, o processo colaborativo tanto nas questões ambientais quanto ao que diz respeito ao tema saúde pública foram amenizados simultaneamente.

Após a arrecadação do material necessário, prossegue-se dando desenvolvimento ao projeto, encetando a execução, conforme exposto a seguir.

Técnica de Construção do Muro de Arrimo

Matéria Prima em mãos iniciou-se o processo construtivo. Desenvolver técnicas e aplicar a que melhor convém levando em consideração fatores como: O solo, as intempéries climáticas, a resistência do material utilizado, o local escolhido, a necessidade da movimentação de terras dentre outros fatores que tornam a influenciar no processo.

O muro de arrimo tem como principal função a sustentação, que ajuda a evitar e conter a movimentação e erosão do solo. Ao desenvolvermos uma técnica mais acessível para essa construção, confeccionou-se fundações distribuídas ao decorrer do comprimento do muro, o qual houve a vinculação de vergalhões. Em seguida, houve uma distribuição de camadas horizontais de pneus, os quais são preenchidos com solo compactado.

Escolha do local

Em decorrência de uma análise topográfica, observou-se um local propício à movimentação do solo, localizado no próprio terreno do *Campus Caruaru*, onde este demonstrou uma área de periculosidade; que após a construção do muro trará uma segurança indispensável.

Técnica de fundação

Antes da construção do muro em si foi necessário preparar o local onde este se apoiaria. A fundação para suportar a carga foi realizada em uma profundidade considerável, levando em conta a altura e comprimento do muro, além das características do solo que possam vir a influenciar. Utilizou-se o traço - Proporção de cimento, areia, brita e água- para concreto de 1: 1,8: 2,9: 0,53 sendo que este deve atingir a resistência de aproximadamente 30 MPa, o qual está de acordo com a utilização em nossa construção e sendo acoplado com um vergalhão, o qual transpassará os pneus.

Elevação da alvenaria

Após o preparo da base iniciou-se o lançamento horizontal de pneus - devendo considerar o ângulo de inclinação dependendo do tipo de terreno e do volume de terra do local - onde em seu interior foi preenchido com solo compactado. Além da viabilidade do cultivo de plantas de raízes pouco agressivas no interior dos pneus, atrelando um paisagismo ao muro (Figuras 1 e 2)..

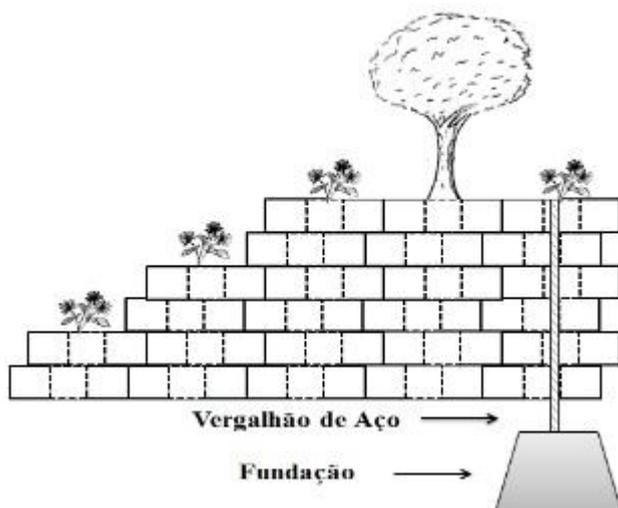


Figura 1- Ilustração do Muro de Arrimo.
Fonte: Criação própria.

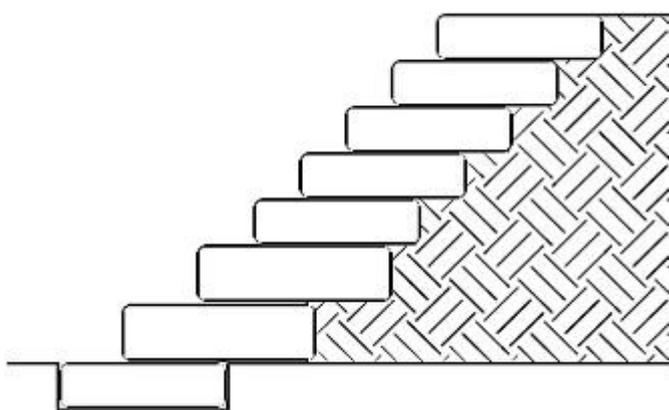


Figura 2 - Corte transversal do muro de Arrimo.
Fonte: Criação própria.

Unificação

Manter tudo estático e unido é indispensável em qualquer construção. Auxiliado pelas fundações, os vergalhões farão o papel de suporte para manter toda a estrutura unificada. Levando em conta inúmeros fatores, haverá a presença de fundações a uma dada distância, e nestas estarão atrelados vergalhões de aço (CA-50 Nervurado - 5,0mm) que transpassará os pneus, o que permitirá entrelaçar o muro por completo, dando mais sustentação e firmeza a toda estrutura.

Oficinas de Treinamento e Palestras

Favorecer melhores condições de vida e, ao mesmo tempo despertar uma consciência em relação à preservação ambiental e responsabilidade social, ansiamos compartilhar a técnica que desenvolvemos, proporcionando uma troca de conhecimentos e mostrar alternativas de uso para os materiais recicláveis, neste caso os pneus.

Essa disseminação ocorreu com estudantes para que a parcela atendida dessa geração tenha a compreensão amplificada em relação às pautas do ambiente que este está inserido, instigando a busca por alternativas mais sustentáveis e criativas que auxiliem na gestão geral dos resíduos sólidos. Este sendo o clímax desta atividade desenvolvida.

Resultados e Discussão

Com o objetivo a priori de reutilização de pneus de matéria prima-base para construção de muros de Arrimo, algumas etapas foram indispensáveis para a integração da técnica construtiva e sua devida percepção. Um estágio primordial para a continuação do processo como um todo foi a arrecadação do pneu inservível, possibilitado por intermédio das parcerias firmadas tanto com uma empresa especialista em venda e recapagem de pneumáticos a Rede Pneu Mil quanto com a prefeitura Municipal de Caruaru (Figura 3).



Figura 3- Parceria com a empresa Pneu Mil.
Fonte: Próprio Autor.

Durante o desenvolvimento da técnica construtiva, pode-se observar e rever pontos

propostos previamente na metodologia que necessitavam de pequenos ajustes referentes às características do local de construção. O muro apresentou em sua extensão total 64 metros de comprimento, onde foram distribuídos intercaladamente a cada 21 metros uma fundação associada a um vergalhão (Figura 4).



Figura 4 – Muro de Arrimo Concluído

Fonte: Próprio Autor

Durante o período próximo à conclusão do muro de arrimo para uma influência direta na população (após melhor apropriação da técnica construtiva), houve 3 palestras de conscientização ambiental junto com a exposição do projeto, com os alunos do ETI- Rubens de Lima Barros e mini oficina para o desenvolvimento de fins didáticos das turmas concluintes de edificações do IFPE/*Campus* Pesqueira. No Quadro 1 estão o número de pessoas atendidas em cada instituição.

Quadro 1 – Número de pessoas assistidas diretamente por instituição

Instituições	Nº de Pessoas Assistidas	Total
ETI- Rubens de Lima Barros	97	137
IFPE-Campus Pesqueira	40	

Fonte: Próprio Autor

Na instituição municipal de ensino fundamental – Escola Rubens de Lima Barros - as turmas escolhidas foram os 9^{os} anos “A”, “B” e “C”, para averiguação e disseminação noções ambientais e conscientização de preservação – já que os mesmos vivenciavam a semana do meio ambiente - proporcionado um exemplo prático da devida utilização do resíduo gerado (Figuras 5 e 6).



Figura 5 – Palestra na ETI Rubens de Lima Barros
Fonte: Próprio Autor

Entretanto nas duas turmas concluintes de edificações, além da conscientização também desenvolveu um papel didático levando os respectivos discentes ao local de construção do muro de arrimo e vivenciarem uma pequena demonstração do sistema construtivo em evidência.



Figura 6 – Mini Oficina com os Discentes de Edificações
Campus Pesqueira
Fonte: Próprio Autor

É notável que ocorreu uma gestão do resíduo sólido em questão (pneus), além da redução de

seu impacto dual tanto na saúde pública quanto no meio ambiente, despertando em instituições e cidadãos uma consciência coletiva de sustentabilidade e reciclagem. O que lhes faz buscar e entusiasmar-se por novas formas de aplicação e direcionamento deste resíduo e outros.

Considerações Finais

Concluimos após a análise geral que a conscientização das pautas ambientais deve ser realizada por um processo constante na sociedade moderna, proporcionando a população uma consciência mais aprofundada de sua geração resíduos sólidos e sua destinação adequada, no nosso caso a reutilização do pneu inservível para fins construtivos já que o mesmo demora um tempo quase indeterminado para se degradar.

Com essa análise compreendeu-se melhor a importância da disseminação de destinações alternativas que desenvolvam um papel ímpar na sociedade, por proporcionar não só a redução dos impactos ambientais, mas também um impacto direto na saúde pública e uma técnica construtiva alternativa e acessível.

Sabendo que cada público tem sua particularidade, o processo de exposição do projeto possibilitou contato com diversas realidades as quais podem utilizar-se tanto do conhecimento específico do sistema construtivo alternativo do muro de arrimo ou despertar outras possibilidades de utilização dos demais resíduos sólidos.

Referências

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**, São Paulo, Grappa, 2010, 199p.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. Disponível em:

BIEL, T.D. **Use of Recycled Tire Rubbers in Concrete. Materials Engineering Conference. 1994**, San Diego. Proceedings... San Diego, USA. Vol.3, p. 351-358.

BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. **Política nacional de resíduos sólidos** [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 416**, de 30 de setembro de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 01 Set. 2009.

CEMPRE. Review 2013. **Panorama de Reciclagem**. Disponível em: acesso em 04/02/2015

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DIAS, Sônia Maria. **Coleta Seletiva e Inserção Cidadã: A Parceria Poder Público/Asmare**. In: JACOBI, P. (Org.). *Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social*. São Paulo. Annablume. 2006. p. 65-86.

Disponível em: http://www.anip.com.br/index.php?cont=detalhes_noticias&id_noticia=1048&area=41&titulo_pagina=Press. Acessado em: 13 de Dezembro de 2017.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**, 2ª edição, São Paulo, Atlas, 2014

ELDIN, N. N. & SENOUCCI, A.B. **Rubber-Tire Particles as Concrete Aggregate**. *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 5, N.º 4, Nov. 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório pneumáticos**: Resolução Conama nº 416/09: 2018 (ano-base 2017) / Diretoria de Qualidade Ambiental. – Brasília: Ibama, 2018.

KAMIMURA, Eliane. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002.

MUELLER, Carla Fernanda. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Produtividade**, GELOC-UFSC, Santa Catarina, 2005.

PEIXOTO, K. Campos, M. A. D'Agosto. "**Localização de Equipamentos para Coleta Seletiva de Lixo Reciclável em Área Urbana**." 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável. 2006.

SCHITTEKAT, Patrick; Joris Kinable; [et al.]. **A metaheuristic for the school bus routing problem with bus stop selection**. *European Journal of Operational Research*. 2013.

TADEU, Ferreira Braga; SILVA J. T. Moreira; BOACHAT, Cláudio Bruzzi, CAMPOS, Paulo M. S.; PEREIRA André L. **Logística Reversa e Sustentabilidade**– São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TOUTANJI, H.A. **The Use of Rubber Tire Particles in Concrete to Replace mineral Aggregates**. In: *Cement & Concrete Composites*, N.º18, 1996. pp. 135-139