**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: UTILIZAÇÃO DA BORRACHA VULCANIZADA NA COMPOSIÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Laura Isaias Bandeira¹

Ingride Aléxia Cerqueira Tôrres

Marcílio Gonçalves de Farias Pereira

Pedro Victor Lopes Mendes e Moura

Heyder de Souza Castro Oliveira

**RESUMO**

O descarte irregular de pneus inservíveis na natureza acaba gerando uma grande problemática social e ambiental, sendo um vetor de poluição e proliferação de doenças virais. Deste modo, a presente pesquisa tem como finalidade analisar a viabilidade do uso de borracha vulcanizada na construção civil. Para tanto, a metodologia utilizada foi a bibliográfica e documental, sendo analisadas 62 referências em experiências nacionais e internacionais. As principais fontes consultadas para a elaboração da revisão foram: artigos em periódicos científicos, livros, teses, dissertações, resumos em congressos e a legislação brasileira. Dentre eles, a empregabilidade da borracha nos mais diversos fins, como para alvenaria de vedação, painéis de vedação, lajes pré-moldadas, vigas, pilares, pisos e pavimentos de diferentes finalidades, muros de gravidade e cisternas. Os dados analisados comprovam a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso da borracha vulcanizada na construção civil.

**Palavras-chave:** Pneus; Sustentabilidade; Viabilidade Econômica; Importância social.

**1 INTRODUÇÃO**

O pneu é empregado para utilização de veículos a datar do século XIX, com sucessivas remodelações, alcançando a tecnologia contemporânea. Curiosos episódios trouxera empresário à ruína, devido á maleabilidade da borracha quando exposta a altas temperaturas, convertia-se em uma goma viscosa (Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de Ar e Camelback – SINPEC, 2023). Devido à adversidade em lidar no estado sólido, sob outra perspectiva, flácido submetido ao calor e em circunstâncias frias gradativamente sólida, por volta de 1839, o inventor norte-americano Charles Goodyer confirmou o processo de vulcanização, que consiste na aplicação de calor e pressão a constituição da borracha (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, 2016).

1 Graduanda de Engenharia Civil - CHRISFAPI

A mistura de borracha sintética, borracha natural e o designado “negro de fumo”, oriundo do petróleo utilizado para tornar a mistura rígida, são substâncias constituintes no processo de fabricação dos pneumáticos (Big Tires, 2022). Sendo a principal fonte de energia, submetidos a transferências de cargas, condições ambientais, traçados da pista, conquanto esperado, gera contratempos de modo á degradação superficial, térmica e química, resultando em desgaste e perca de desempenho (Carros Infoco, 2023).

A nível Nacional, o Intituto Brasileiro de Geografia e Estatistica – IBGE registrou no ano de 2022 composição da frota de transportes brasileiros em mais de 115 milhões de veiculos , só de automóveis, são mais de 60 milhões correspondendo a 52,20% de toda a frota brasileira. Ainda segundo o IBGE (2022), o estado do Piauí possuía em 2022 a frota de 1.385.426 veículos. Só a capital Teresina, esse número é de 549.939, representando 39,69 % dos veículos do estado. Tomando como referência o consumo de pneu nacional, por exemplo, estimando-se que em torno de 30% desses carros trocam os pneus anualmente, seriam mais de 138 milhões de pneus sem uma destinação adequada por ano. Deixando o desafio de dar uma destinação ambientalmente correta e fazer o máximo reaproveitamento desses pneus a nova geração.

A respeito dos resíduos sólidos oriundos do pneu precisam de uma destinação adequada para evitar danos ambientais à saúde, além de servir de criadouros de vetores de doenças tais como a Dengue, a Chikungunya e a Zika, representando um risco de incêndios e por consequência contaminam o ar com fumaça tóxica e os lençóis freáticos com óleo. Sendo um material que não possui decomposição rápida e constitui elevado peso, quantidade e sobretudo volume, o que o torna um material com alta dificuldade de armazenamento, descarte inapropriado e difícil reaproveitamento.

As preocupações com esses tipos de materiais motivaram legislações como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como a lei 12305/2010 que, por sua vigência, estabelece a indispensabilidade da estruturação e implementação da logística reversa, além de trazer a responsabilidade compartilhada da cadeia produtiva, e a CONAMA nº 416/2009, que previne a degradação ambiental ocasionada por pneus inservíveis e que busca a destinação correta.

Essas leis nada mais são do que um espelho da indústria da construção civil, assim como todos os outros aspectos pelo mundo, em processo de adaptação aos novos tempos, uma vez que não admitisse mais projeto que não considerem a sustentabilidade como fator crucial em seu planejamento, desenvolvimento e execução. Por muito tempo viu-se construção sustentável como uma forma de encarecer o produto ou serviço final, boa parte disso devesse

ao intitulado “esverdeamento” (*greeness* ou *green washing*), que consiste no encarecimento dos produtos produzidos de maneira sustentável sem de fato ter impacto positivo ambiental consistente. Porém com as novas técnicas empregadas e cada vez mais estudos sendo feitos na

área, passasse a ver a construção sustentável, não só como uma técnica de responsabilidade ambiental, como também como solução para redução de custos, fortalecendo assim o ideal dos três pilares da construção sustentável: Econômico, social e ambiental (JAIRO, 2019)

Nesse sentido o trabalho em tela está estruturado em 5 partes: a) uma breve introdução, aqui exposta; b) um referencial teórico que passa a ser a base principal do estudo, tendo a estrutura advinda de uma profunda revisão bibliográfica; c) a explicitação da metodologia; d) resultados e discursões que abordam o contexto da revisão bibliográfica; e) conclusões.

De acordo com Mohamad (2020) a alvenaria estrutural existe há milhares de anos como sistema construtivo. No princípio, partindo de conhecimento empírico, ou seja, baseado na experiência de quem construía, foi passado de geração em geração até, aproximadamente, o início do século XX. Basicamente, o que garantia a rigidez e a estabilidade estrutural era o formato da edificação.

A construção civil é um setor com influência direta no ambiente, é capaz de criar e recriar espaços, promover a locomoção e interação de pessoas, mudar paisagens e a própria identidade e dinâmica de um local, tendo também um papel fundamental na geração de emprego, renda e desenvolvimento social, Sendo ela responsável por 6,2% do PIB do país, representando 34% do total da indústria brasileira, incluindo empresas e filiais, a construção civil no Brasil conta com 176 mil estabelecimentos, e gera 24% do total de vagas de emprego no país (CBIC,2022) e é um dos setores que mais cresce a nível nacional, na avaliação do primeiro semestre de 2022, comparados ao mesmo período de 2021 por exemplo, a construção cresceu 9,5% enquanto o país cresceu 2,5% (IBGE,2022).

A construção civil também desempenha um papel crucial na geração de empregos no Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor empregava em 2021 cerca de 2,2 milhões funcionários registrados diretamente por empresas do ramo, além dos eventuais e da geração de empregos indireta gerada pela indústria, que somados chegam a 7,6 milhões de empregos (FGV, 2022). Esses empregos abrangem uma ampla gama de profissões, desde engenheiros e arquitetos até pedreiros, carpinteiros e eletricistas, além de funcionários de fabricas e lojas do ramo da construção civil, fornecendo oportunidades de trabalho para diversos segmentos da sociedade.

Além do impacto econômico, a construção civil também tem uma influência significativa no desenvolvimento urbano e social do país. A construção de infraestruturas como estradas, pontes, sistemas de água e esgoto, escolas e hospitais contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e o desenvolvimento sustentável das cidades (FGV, 2022). No Brasil, só no ano de 2022 foram investidos 162,9 bilhões em infraestrutura, sendo 31, 9 bilhões do setor público e 131 bilhões do setor privado, o maior investimento do mesmo desde 2003 (ABDIB, 2022). Essas obras de infraestrutura são essenciais para proporcionar acesso a serviços básicos, melhorar a mobilidade urbana e promover o desenvolvimento regional.

Contudo, para equilibrar a relação delicada entre o consumo de recursos naturais e o meio ambiente. Atendendo também a necessidade de preservar o planeta, vem a tecnologia, com novas técnicas construtivas, e o uso de dados para planejamento de novos materiais, assim, o setor da construção civil ganha eficiência e se torna cada vez mais sustentável, minimizando impactos negativos (ABRAINC,2022). Entre essas tecnologias está o uso de resíduos na construção civil, um desses resíduos é a borracha de pneus, grande causador de problemas ambientais. Os pneus inservíveis tem difícil descarte uma vez que seu descarte inadequado pode causar proliferação de doenças, instabilidade de solos e a sua incineração gera grande quantidade de materiais e gases tóxicos.( RECICLANIP,2020)

**2 OBJETIVO**

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo apresentar um profundo resgate teórico sobre o tema em tela e revelar os mais importantes trabalhos na área, bem como apontar alternativas de uso, aplicações e limitações, ou seja as vantagens e desvantagens do uso de resíduos de borracha de pneu na construção civil, de modo especial associando aos elementos estruturais e não estruturais.

**3 METODOLOGIA**

Este trabalho foi elaborado com base em pesquisa bibliográfica e documental, com referência em experiências nacionais e internacionais, sendo as principais fontes consultadas para a elaboração da revisão artigos em periódicos científicos, livros, teses, dissertações, resumos em congresso e na legislação brasileira. Como trata-se de uma revisão bibliográfica, não foi realizada pesquisa de campo ou experimental acerca do tema.

Segundo Prodavov, pesquisa bibliográfica é toda pesquisa elaborada a partir de material já publicado, sendo elas constituídas em sua base por: livros, publicações em periódicos e artigos científicos, monografias, dissertações, teses, revistas, jornais, boletins, material cartográfico, internet, etc. E tem como objetivo principal colocar o pesquisador em

contato direto com todo e qualquer material já escrito sobre o assunto pesquisado. Não deixando de lado a importância da verificação da veracidade dos dados obtidos, e observando as possíveis incoerências ou contradições que possam aparecer no decorrer da pesquisa (PRODANOV, 2013).

E para o dicionário Documento é “declaração escrita que se reconhece oficialmente como prova de um estado, condição, habilitação, fato ou acontecimento” ou “texto ou qualquer objeto que se colige como prova de autenticidade de um fato e que constitui elemento de informação” (OXFORD LIGUAGES, 2023). Pode-se caracterizar então a pesquisa documental pela busca de informações em documentos, que ainda não receberam nenhum tratamento científico, como por exemplo relatórios, leis, cartas, filmes, gravações, fotografias, reportagens de jornais e revistas, entre outras materiais sem cunho cientifico (JACKSON, 2009).

Os resultados desta pesquisa são expressos em quatro categorias principais, sendo elas: a importância do descarte correto do pneu e os seus prejuízos caso não feitos, a regulamentação brasileira sobre pneus, a reciclagem dos pneus quando inservíveis e as aplicações de borracha reciclada de pneus na construção civil.

**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No levantamento inicial foram selecionados 60 trabalhos de diversas naturezas (artigos em periódicos e livros, dissertações, teses e Trabalhos de Conclusão de Curso) além do apanhado geral da legislação vigente no Brasil. Da mesma forma houve o aprofundamento de informações nas bases de dados oficias, de domínio público.

A partir desse primeiro nível de organização foram delineados e definidos os trabalhos de referência, sendo: 1 Trabalho de Conclusão de Curso, 3 capítulos de livros publicados, 8 artigos publicados em revistas cientificas. Esse quantitativo exprime de modo significativo a aplicabilidade da borracha vulcanizada como forma de agregado na composição de elementos estruturais e não estruturais construção civil, razão pela qual são as bases dos resultados e discussões aqui apresentadas.

Os artigos escolhidos são referentes os seguintes livros, revistas e periódicos: Revista Matéria, qualis A1; Epitaya, qualis A2; Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade, qualis A3; Livro Gestão e Sustentabilidade Ambiental, qualis A3; Entac, qualis B1; Brazilian Journal of Development, qualis C; Biblioteca/Repositório do IFES

Os artigos inseridos nesta revisão foram apontados segundo o título, autoria, ano, país e delineamento metodológicos com a interpelação quantitativa, no qual dois são transversais descritivos, dois transversais avaliativos, dois observacionais prospectivos e observacional descritivo. Além desses há duas revisões integrativas da literatura, revisão sistemática com meta análise e uma revisão de literatura.

Após observar os estudos incluídos da revisão integrativa que, em concretos manufaturados com adição de resíduos da borracha vulcanizada há uma perca de resistência à compressão comparados aos concretos sem a adição do resíduo em pré moldados, alvenaria de vedação e painéis de vedação. Contudo, apresentam uma elevada ductilidade, propriedades caracterizadas a resistência à tração, flexão e principalmente a brasão (BRITO et al LOURENÇO, 2019; SAMPAIO et al 2022; ALVES et al, 2020).

Quanto a incidência, em uma pesquisa sobre a utilização da aplicabilidade da construção em passeio públicos, mostra a viabilidade ambiental uma vez que, atenua o volume de extração da areia no meio físico e biótico com a ocorrência de processos erosivos, alterações na geomorfologia, regime hidrológico entre outras (LAUERMANN et al 2018).

As estratégias apontadas para reverter maior parte da atenuação da resistência é a utilização do cimento CP V ARI com o auxílio de aditivo plastificantes, principalmente na utilização de blocos de concreto e estruturas pré moldadas (Segundo Brito, et al Lourenço 2019; Sampaio, et al 2022; Alves, et al 2020).

No entanto, o impacto positivo econômico da adição da borracha vulcanizada em pavimentações proporciona maior viabilidade em pavimentações de baixo tráfego (SILVA et al, 2018). Todavia no asfalto emborrachado, os benefícios em comparativo superam o convencional, considerado uma solução técnica para as rodovias brasileiras (FERNADES et al, 2020). Reiterando os achados, averiguou um estudo transversal descritivo, quantitativo realizado no estado do Rio Grande do Sul sobre a utilização do resíduo da borracha vulcanizada em passeios públicos, onde fizeram uso de planilhas orçamentárias. O uso do concreto com adição da borracha aumenta até 2,27% do valor residual comparado ao convencional, tornando-o não viável a construções de grande porte (LAUERMANN et a, 2018).

Sendo um recurso que atua pensando diretamente na preservação do meio ambiental, os estudos dos artigos apontam que, apesar dos resultados serem vistos como promissores, ainda há uma necessidade de novas interações com o uso da borracha aplicado ao concreto.

Esta dificuldade está relacionada diretamente na consistência da aplicação em obra, na taxa mínima a resistência de compressão do material em Mpa, obedecendo a norma estabelecida pela ABNT NBR 9781. (Brito et al, Lourenço 2019).

**5 CONCLUSÕES**

Evidencia – se que o uso da borracha vulcanizada pode apresentar atenuação da resistência em construções como, pré moldados, blocos de concreto para uso estrutural. Em relação ao manuseio em outras utilizações na construção, o uso do resíduo da borracha em asfaltos, já traz benefícios ecológicos e econômicos.

No que diz respeito às intervenções, observou-se que é descrito estudos aprofundados voltados ao uso do resíduo. Essa relação se dá ao fato de que, os resultados deixam a desejar no quesito resistência á compressão. Contudo, a apuração de dados demonstra soluções satisfatórias quanto as demais empregabilidades, trazendo novas vantagens como contorto térmico e acústico, além da maior vantagem ambiental, econômica e social.

Como a borracha é trabalhada em diferentes comportamentos, torna-se evidente a importância dos resultados em diferentes procedimentos. Placas de borracha e pisos intertravados no âmbito social, auxiliam contra acidentes, servindo como antiderrapante em locais com grande fluxo de pessoas, principalmente para crianças e idosos. Em calçadas, apesar de apresentar ótima resistência, maleabilidade, no quesito econômico, o custo do pneu, dos materiais utilizados são dobrados em relação ao custo habitual. Já nos muros de contenção, o pneu de recauchutagem se torna solução ecológica, econômica e social

Por fim, reforça-se a necessidade da implementação do resíduo de borracha na engenharia civil como forma de agregado, visando promover uma construção sustentável, retirando do meio ambiente um dos maiores causadores de proliferação de mosquitos *aedes egypti*, visto que os estudos selecionados apontam boa trabalhabilidade e resistência em áreas específicas na engenharia.

Apesar das pesquisas abrangerem uma quantidade significativa de materiais publicados encontrados, evidências úteis, discussões sobre o tópico abordado, tal como desenvolvimento de pesquisas futuras que abordem a mesma temática, que conseguirão refutar

ou acrescentar os achados desta revisão, ainda á a necessidade de pesquisas nas áreas de cisternas, lajes e vigas e alvenaria de vedação.

Portanto, este estudo favorece de forma a expandir o acesso à informação, conduzindo a análise de estudos nacionais com os mais variados níveis de evidências e informações, corroborando o conhecimento de discentes e docentes e trazendo um novo panorama sobre a temática.

**REFERÊNCIAS**

ALVES, C et al. SALOMÃO, M et al. MOTTA, L. comportamento higrotérmico de concreto com borracha de pneu para aplicação com painéis de vedação. ENTAC, Novembro, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/paineis%20de%20veda%C3%A7%C3%A3o.pdf

AGOPYAN, Vahan e JOHN, Vanderley Moacyr. O desafio da sustentabilidade na construção civil. . São Paulo: Blucher. . Acesso em: 17 nov. 2022. , 2011

Aprenda como é feito um pneu, Big Tires, 2022. Disponível em: https://www.bigtires.com.br/blog/post/aprenda-como-e-feito-um-pneu#:~:text=Um%20pneu%20moderno%20leva%20um,poli%C3%A9ster%2C%20n%C3%A1ilon%20e%20at%C3%A9%20a%C3%A7o. Acesso em: 10 de Abril de 2023.

A relação entre construção civil e meio ambiente e a influência da tecnologia. ABRAINC, Prêmio Produtividade ao mesmo lado. 27 de setembro de 2022. Disponível em : https://produtividadedomesmolado.com.br/2022/09/27/a-relacao-entre-construcao-civil-e-meio-ambiente-e-a-influencia-da-tecnologia-2/. Acesso em: 7 de junho de 2023.

BRITO, B et al. LOURENÇO, G. Estudo da aplicabilidade do agregado da borracha do pneu na alvenaria de vedação em uma pequena obra residencial em Goiânia – GO, p: 6 a 36, Novembro, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/ALVENARIA%20DE%20VEDA%C3%87%C3%83O%20EM%20UMA%20PEQUENA%20OBRA%20RESIDENCIAL.pdf

COP27: o que você precisa saber sobre a Conferência do Clima da ONU. Organizações Unidas. 2 de novembro 2022. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/205789-cop27-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-confer%C3%AAncia-do-clima-da-onu. Acesso em: 7 de junho de 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos óleos lubrificantes usados ou contaminados. Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 301, de 16 de julho de 2002. Estabelece os procedimentos e critérios para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF.

LAUERMANN, E et al. BISOGNIN, R et al. BOHRER, R et al. SOUZA, E et al. GUERRA, D. Análise dos aspectos de viabilidade do uso de concreto com resíduos de borracha para passeios públicos em município do Rio Grande do Sul. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, p 113 a 133, Florianópolis, Dezembro, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/PASSEIOS%20PUBLICOS.pdf

LEÃO, Isadora de Oliveira. Aplicação de práticas sustentáveis por empresas construtoras de edificações. Alegrete, 2021.

MARQUES, S et al. SOUSA, A. et al. SILVA, A et al. ALCÂNTARA, P. produção de concreto para piso intertravado com adição de resíduos de borracha de pneu inservível. Brazilian Journal of Development, Curitiba, Agosto, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20piso.pdf

Oliveira, J. C., & Faria, A. C. (2019). Impacto econômico da construção sustentável: a reforma do Estádio do Mineirão. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20180031. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.AO06

OXFORD LANGUAGE. Dicionário de Língua Portuguesa. Oxford: Editora Oxford Language, 2023.

PACHECO-TORGAL, F.; DING, Y.; JALALI, S. Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview. Construction and Building Materials, v. 30, p. 714–724, 1 maio 2012.

PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção. IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html. Acesso em: 7 de junho de 2023.

Patente da vulcanização da borracha chega a 172 anos, Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, 2016. Disponível em: https://www.anip.org.br/releases/patente-da-vulcanizacao-da-borracha-chega-a-172-anos/#:~:text=Em%201917%2C%20a%20Goodyear%20j%C3%A1,fabricante%20de%20pneus%20do%20mundo.&text=Ap%C3%B3s%20v%C3%A1rios%20ensaios%2C%20ele%20conseguiu,querer%2C%20sobre%20o%20fog%C3%A3o%20quente. Acesso em: 10 de Abril de 2023.

PIB: Construção Civil mostra sua força e cresce acima da economia nacional. Agência CBIC. 1 de janeiro de 2022. Disponível em : https://cbic.org.br/pib-construcao-civil-mostra-sua-forca-e-cresce-acima-da-economia-nacional/ . Acesso em 10 de novembro de 2022. Acesso em 10 de novembro de 2022.

Posser, M. K. de A. (2022). Difusão de novas tecnologias de energia renovável nos países subsarianos [Dissertação de mestrado, Iscte - Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório do Iscte. http://hdl.handle.net/10071/25007

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

Relatório Ambiental 2020. ANIP. Disponível em : https://www.anip.com.br/ . 1 de dezembro de 2020 . Acesso em 10 de novembro de 2022.

Relatório Ambiental 2020. ReciclANIP. Disponível em: https://www.reciclanip.org.br/. 1 de dezembro de 2020 . Acesso em 7 de junho de 2023.

SAMPAIO, D et al. RUFATO, T et al. ASSUNÇÃO, C et al. TASHIMA, M et al. AKASAKI, J. Avaliação do ciclo de vida de lajes pré-moldadas treliçadas com adição de resíduos de borracha de pneu. Revista Matéria, Fevereiro, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/LAJES%20PRE%20MOLDADAS.pdf

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de História & Ciências Sociais, ano I, número I, julho de 2009, p. 1. Disponível em: <www.rbhcs.com>. ISSN: 2175-3423.

SILVA, L et al. MOUTA, J et al. COSTA, M et al. GOMES, L. Concreto com borracha de recauchutagem de pneu para uso em pavimentação de baixo tráfego. Revista Matéria. Pará, Abril, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/PAVIMENTA%C3%87%C3%83O%20DE%20BAIXO%20TRAFEGO.pdf

SIMONETTI, C et al. PEREIRA, J et al. TUKITIAN, B. Aproveitamento de borracha reciclada de pneu inservível na construção civil. O fórum internacional de resíduos sólidos, Porto Alegre, setembro, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/frand/Downloads/ARTIGO%20BASE%20REFERENCIAL%20TEORICO.pdf

Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de Ar e Camelback – SINPEC, 2023. Disponível em: https://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/#:~:text=Em%201845%2C%20os%20irm%C3%A3os%20Michelin,dos%20pneus%20de%20borracha%20maci%C3%A7a. Acesso em: 10 de Abril de 2023

SIMONETTE, C et al. PEREIRA, J et al. TUTIKAN, B. Aproveitamento de borracha de pneu inservível na construção civil. Anais do 11° Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. V. 11 N.11. Porto Alegra, 2020. Disponível em: https://institutoventuri.org/ojs/index.php/FIRS/article/view/113.

SUTILO, Moana Duarte; BAGGER, Karl Kristian. Telhados Verdes: e os benefícios ao meio ambiente urbano. São Paulo: Editora Dialética, 2022.

TAUFER, Rodolfo. Avaliação da realização da manutenção predial nos primeiros anos de uso em diferentes edificações. Bento Gonçalves, 2020.

THE CLUB OF ROME. The Limits to Growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books, 1972.

THOMAS, B. S.; GUPTA, R. C. A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 54, p. 1323–1333, 1 fev. 2016c.

Um breve comentário sobre energia, desgaste e degradação dos pneus em carros de corrida, Carros Infoco, 2023. Disponível em: https://carrosinfoco.com.br/2023/03/um-breve-comentario-sobre-energia-desgaste-e-degradacao-dos-pneus-em-carros-de-corrida/. Acesso em: 10 de Abril de 2023.

USGBC Top 10 world LEED in 2020.United States Green Building, 2020. Disponível em: https://www.usgbc.org/projects. Acesso em: 7 de junho de 2023.

VASILCA, Ionel Sorinel. The Management of Environmental Resources in the Construction Sector: An Empirical Model. Energies, vol.14 , N 9 . Bucareste - Romênia . 27 de abril de 2021. Disponível em : https://www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2489

.