

**VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA****ADVANTAGES OF THE USE OF RUBBER CONCRETE IN CIVIL CONSTRUCTION - A BIBLIOGRAPHIC REVIEW**Wallace David¹, Gerson de Marco²**Submetido em: 05/06/2021**

e26401

Aprovado em: 27/06/2021**RESUMO**

O setor da indústria civil é responsável por consumir e gerar enormes volumes de matéria prima e, dentre as práticas de aproveitamento de resíduo adotadas pelo setor, existem diferentes formas de reciclagem que constituem a utilização de diversos materiais, entre eles, os pneus. O Brasil produz mais de 70 milhões de pneus por ano, a maioria é descartada de forma inadequada no meio ambiente. Diversos estudos apontam benefícios quanto à utilização dos resíduos de pneus inservíveis na construção civil, em suas diversas estruturas, proporcionando benefícios técnicos, econômicos e ambientais. Mediante esse pressuposto, este artigo tem como objetivo, avaliar vantagens da utilização de concreto borracha na construção civil. Pretende assim, verificar pesquisas desenvolvidas do uso da borracha reciclada como agregado no concreto, avaliando suas possibilidades de utilização. Para a realização deste presente artigo, escolheu-se a metodologia de pesquisa bibliográfica através de livros, manuais, documentos, revistas, artigos publicados ou em vias de publicação no meio técnico-científico. Conclui-se, de acordo com o estudo apresentado, a possibilidade da utilização do resíduo de pneu inservível como agregado na produção de concreto, que, de acordo com diversos estudos aqui apresentados, podem ser utilizados para diversos fins estruturais, proporcionando diversas vantagens econômicas, ambientais e técnicas.

PALAVRAS CHAVE: Concreto Borracha. Construção Civil. Vantagens. Utilização.**ABSTRACT**

The civil industry sector is responsible for consuming and generating huge volumes of raw material and among the waste reuse practices adopted by the sector, there are different forms of recycling that allow the use of demolition materials (RCD), PET bottles, glass, bamboo pulp, and tires. Tires as an example, Brazil alone produces more than 70 million tires per year, most of which are improperly discarded into the environment. Several studies point out benefits regarding the use of waste tires in civil construction in their various structures providing technical, economic, and environmental benefits. Based on this assumption, this article aims to evaluate the benefits of using concrete rubber in civil construction. It intends, therefore, to verify researches developed on the use of recycled rubber as aggregate in concrete, to evaluate its possibilities of use. For the realization of this article selected the methodology of bibliographic research, through books, manuals, documents, magazines, articles published or about to be published in the technical-scientific environment. It is concluded, according to the study presented, the possibility of using waste tire waste as an aggregate in the production of concrete, which, according to several studies mentioned here, can be used for different purposes, providing various environmental and technical advantages.

KEYWORDS: Concrete Rubber. Construction. Benefits. Use.

¹ Graduando. Curso Engenharia Civil. Universidade de Araraquara² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

INTRODUÇÃO

O setor da indústria civil é responsável por consumir enormes volumes de matéria prima, sobretudo, os agregados, gerando assim um enorme impacto ao meio ambiente. Popularmente chamados de entulho, os resíduos de construção e demolição (RCD) compõem-se de restos de materiais gerados nessas atividades: tijolos, concreto, argamassa, madeira, aço, telhas, azulejos, cal, gesso etc., que, em boa parte das vezes, pode ser reciclado. De acordo com estudos, os serviços de limpeza dos municípios coletam 122.012 toneladas desse tipo de resíduo por dia (ABRELPE, 2020).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) estabeleceu instrumentos para implementar o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, sendo um deles, a logística reversa, destinada a viabilizar o reaproveitamento dos resíduos sólidos no processo produtivo e, assim, diminuir o envio de materiais para a disposição no solo (BRASIL, 2010).

Dentre as práticas adotadas, a menos destrutiva para o meio ambiente é o aproveitamento de resíduos. Diversas formas de reciclagem de resíduos incluem construção e demolição (RCD), garrafas PET (Polietileno Tereftalato), vidro, polpa de bambu, pneus, etc. Veja os pneus como exemplo, só o Brasil produz mais de 70 milhões de pneus por ano, a maioria é descartada de forma inadequada no meio ambiente (CONAMA, 2002; GÓES, 2011; PEDRO, 2011; ROCHA, 2017).

Para os pneus inservíveis, por exemplo, a cada ano, cerca de 1,5 bilhão de pneus são produzidos em todo o mundo, o que corresponde a cerca de 17 milhões de toneladas de pneus usados. Somente no Brasil são mais de 70 milhões, onde grande parte são indevidamente descartados no meio ambiente (ANIP, 2019).

Cabe ressaltar que, no Brasil, essa preocupação com o descarte adequado com os resíduos dos pneus foi intensificada a partir da Resolução Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009, que determina aos fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a dois quilos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional, estabelecendo a implementação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a 100 mil habitantes (CONAMA, 2009).

Diversos são os estudos que apontam benefícios e vantagens da utilização dos resíduos de pneus na construção civil em toda sua estrutura. Mediante esse pressuposto, este artigo tem como objetivo avaliar vantagens da utilização de concreto borracha na construção civil. Pretende assim, verificar pesquisas desenvolvidas do uso da borracha reciclada em diversas estruturas e aplicações, avaliando suas possibilidades de utilização.



1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Breve Relato do Concreto – Agregados

Comumente o concreto é composto de cimento Portland, areia, brita e água, podendo ser dividido em classificações como, concretos convencionais e concretos de alta resistência, geralmente, dada em função de sua resistência à compressão e da sua dosagem. Se for possível a obtenção de uma alta resistência a partir apenas da variação da relação água/cimento, ainda é considerado como concreto convencional, e se a obtenção desta alta resistência é feita a partir da incorporação de aditivos especiais ou de adições ativas, temos então a classificação de um concreto de alta resistência e desempenho (RECENA, 2015).

Para Mehta e Monteiro (2014), a classificação dada em função da resistência à compressão e seu valor pode ser, em concreto de densidade normal, quando sua composição é areia natural e cascalho ou agregado britado ou concreto leve, quando sua composição é areia natural e cascalho ou agregado britado ou concreto leve. Os componentes são agregados e concretos pesados com menor densidade de massa. Quando agregados de alta densidade estão presentes em seus componentes, suas variações de resistência são inferiores a 20 MPa (baixa resistência), de 20 MPa a 40 MPa (resistência média) e maior que 40 MPa (alta resistência).

Segundo Bauer (2008), o agregado representa três quartos do concreto e é um material granular com atividade química quase nula, constituído por uma mistura de grânulos de diversos tamanhos. Esses agregados possuem fontes naturais e fontes artificiais, e suas propriedades variam muito de acordo com suas fontes e estruturas geológicas. Assim, os agregados se classificam em:

a) segundo a origem:

- Naturais: os que já se encontram em forma particulada na natureza: areia e cascalho;
- Industrializados: os que tem sua composição particulada obtida a partir de processos industriais, como: rochas, escória de alto-forno e argila.

b) segundo as dimensões das partículas. O agregado usado na tecnologia do concreto é dividido em:

- Miúdo: as areias;
- Graúdo: os cascalhos e as britas.

c) segundo o peso específico aparente.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

A norma NBR 7211 (ABNT, 2019) relata que os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto.

Cabe ressaltar que, o concreto deve ser dosado de maneira a atender e assegurar, após a cura, as exigências estruturais indicadas no projeto da estrutura. A resistência a ser atendida no corpo de prova aos 28 dias será dita como resistência padrão, e para fins de controle de qualidade, jamais poderá ser empregado o cimento em frações de saco, sempre em função do peso e massa, bem como a relação água/cimento jamais pode ser superior a 0,6 (YAZIGI, 2008).

Ressalta-se também que, o concreto, assim como seus componentes, possui normas regulamentadoras que regem sua confecção e distribuição, a fim de garantir as mínimas exigências para sua utilização. Esta norma regulamentadora é a NBR 12.655 (ABNT, 2015), que define sobre o preparo, controle e recebimento do concreto. A NBR 12.655 (ABNT, 2015) define, a partir de procedimentos, como se deve efetuar a realização do controle tecnológico dos materiais empregados na produção do concreto (HELENE; ANDRADE, 2010).

1.2. Logística reversa e a reutilização de resíduos de pneus

Segundo o Cempre (2020), a quantidade de resíduos sólidos gerados tem aumentado desordenadamente e é prejudicial à natureza por não ter aproveitado adequadamente. Um dos resíduos sólidos que mais preocupam os ambientalistas, a sociedade e os governos são os resíduos de pneus, cujos componentes podem levar centenas de anos para se deteriorar.

A Resolução Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, estabelece que os fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional (IBAMA, 2020).

Segundo dados da Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), através da Reciclanip (entidade gestora do sistema de Logística Reversa de pneus inservíveis), os fabricantes nacionais de pneus destinaram de forma ambientalmente correta 471.124 toneladas de pneus inservíveis, em 2019. Isso equivale a mais de 50 milhões de pneus de passeio. Em 2020 foram mais de 42 milhões (ANIP, 2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

Através da logística reversa, novos métodos estão sendo gerados e aplicados para destinar os resíduos sólidos à reciclagem. A logística reversa, foi instituída pela normatização brasileira referente a resíduos sólidos, prevista na Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que a descreve como sendo um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Segundo a Lei, os casos de aplicação obrigatória da logística reversa são

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

2. METODOLOGIA

O método empregado nesta pesquisa foi o estudo de revisão bibliográfica. Como base de dados foram utilizadas Scielo e Google Acadêmico. Como palavras-chave foram utilizadas: Gestão; Qualidade; Ferramentas; Indústria; Produção; Benefícios. Como palavras-chave foram utilizadas: Gestão; Qualidade; Ferramentas; Indústria; Produção; Benefícios. Inicialmente foram achados 69 artigos. Foram selecionadas somente as publicações dos últimos dez anos; sendo de 2011 a 2021, restando 25 artigos.

Como método de inclusão, foram selecionados os artigos que apresentarem as seguintes características: estudos na íntegra; originais; considerando sempre, artigos que vão de encontro com o objetivo da presente pesquisa.

Quanto aos critérios de exclusão, serão excluídos os artigos que não estavam de acordo com os critério de inclusão, restando 10 artigos, dos quais foram realizados a discussão do presente trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Vantagens da utilização de concreto borracha em edificações



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

A construção civil necessita de matérias primas sustentáveis, hoje alguns materiais reciclados são incorporados à massa ou até mesmo substituindo o agregado, assim como a borracha de pneus inservíveis, que vem sendo testada para substituir um agregado natural, em fabricação de pavers, argamassa de acabamento e reforço de solo (PEDRO, 2011).

Pesquisa de Silva et al. (2019) teve como objetivo produzir um concreto com incorporação de 6% e 9% de resíduos de borracha de recauchutagem para a fabricação de lajes de pavimentação intertravadas de baixo tráfego. O estudo apontou a viabilidade técnica, econômica e ambiental dessa tecnologia, que auxilia no gerenciamento de resíduos de pneus e na produção de materiais de pavimentação de qualidade satisfatória de acordo com os padrões técnicos estabelecidos.

Em Estudo de Fazzan, Pereira e Akasaki (2016) também foi evidenciado a viabilidade de utilização dos resíduos de borracha de pneus na elaboração de concretos estruturais. De acordo com o estudo, os métodos de dosagem empregados se mostraram eficientes na obtenção da resistência mínima requerida para os traços sem e com adição de resíduo, mostrando um ganho das propriedades mecânicas para as misturas constituídas de borracha.

Nos estudos de Bernardi (2019), foi comprovado benefícios com a utilização do resíduo de pó de borracha de pneu, mostrando a viabilidade para fins de revestimento na construção civil. De acordo com o autor, no estado endurecido, os resultados apontaram que o acréscimo do pó de borracha nas misturas tende a desfavorecer as resistências à compressão axial e à tração na flexão. Porém, o aumento do pó de borracha de pneu foi eficiente na redução da absorção de água das argamassas. O estudo foi realizado seguindo a norma NBR 16541 (ABNT, 2016) referente ao método de preparação, de assentamento e revestimento de argamassas. De acordo com o estudo:

Apesar dos baixos valores de resistências mecânicas, a mistura traz melhoras no manuseio e absorção da argamassa, além de ser uma alternativa para reuso de pneus inservíveis (BERNARDI, 2019, p. 51).

Em estudo de Canova, Bergamasco e Neto (2015) com o objetivo de estudar os efeitos desses resíduos em argamassa mista de revestimento, com foco na fissuração, foi verificado que é uma potencial alternativa, contribuindo para a redução de fissuras em revestimentos e com a redução do passivo ambiental dos pneus inservíveis, se utilizado 6% de adição de pó. Segundo os autores:

Pode se verificar que uma utilização de até 6% de adição de pó de borracha na argamassa mista de revestimento é plenamente viável tecnicamente, com destaque para redução na fissuração (CANOVA; BERGAMASCO; NETO, 2015, p. 52).

Para a realização do estudo, os autores realizaram ensaios de caracterização física dos materiais, bem como de caracterização química do resíduo sólido utilizado na argamassa de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

revestimento, através de um preparo da argamassa para a realização dos ensaios das propriedades no estado plástico e no estado endurecido, conforme as especificações das NBR (Normas Brasileiras) da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

De acordo com o estudo, com a adição de pó de borracha a partir de 10% de adição, foi possível maior trabalhabilidade, menor massa específica, demonstrando uma tendência de redução na retenção de água. Entretanto, com adição de borracha a resistência à compressão e à tração foi prejudicada. Assim, os autores instruem até 6% de adição como projeto viável.

Já no trabalho de Moreira, Fidelis e Dias (2014) a resistência à compressão obtida foi considerada compatível para os fins do serviço. Através da adição da borracha de pneu em substituição ao agregado miúdo para a execução de uma ciclovia, foi possível verificar as vantagens de aplicação em substituição do concreto convencional.

Para o trabalho de Aguiar (2019), com o intuito de utilizar resíduo de pneu inservível como agregado na produção de concreto, reduzindo então a utilização de matéria prima (areia), foi elaborado 7 traços, distintos, 1 traço de referência e 6 com substituição do agregado natural, em volume, pelo resíduo de pneu, para verificar a influência desse material no concreto. Os traços foram definidos em composição granulométrica do resíduo (total, média e fina) e percentagem de substituição (4% e 8%). O autor estudou a trabalhabilidade, resistência à compressão axial, absorção, índice de vazios e massa específica, onde foi possível verificar que a substituição gera uma redução na resistência à compressão axial do concreto, porém, os traços com substituição de 4% apresentaram resultados satisfatórios.

Para o autor, é inviável a utilização em elementos estruturais, pois a resistência à compressão é muito inferior a do concreto convencional. Porém, a utilização deste concreto em calçadas, muretas de contenção e bancos de praças, podem ser propícios devido à vantagem de manter a integridade, ou seja, capacidade de romper sem que haja uma grande fragmentação do concreto.

Para Romualdo et al. (2011) o traço que melhor satisfaz o uso para pavimentação de calçadas foi o de 5% de adição fibras de pneus, porém, apesar de perder em resistência, o concreto borracha ganhou em outras propriedades mecânicas inerentes aos concretos convencionais, principalmente relacionadas à flexibilidade.

Um estudo realizado por Slaiffer (2019) pode comprovar que, a adição de resíduos de borracha proveniente da recauchutagem, incorporada na argamassa de revestimento, procedeu em resultados satisfatórios tanto para estado fresco da argamassa, como para o estado endurecido. O estudo de Slaiffer objetivou avaliar as propriedades térmicas das argamassas de revestimento,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

produzidas através de diferentes teores de substituição de agregado miúdo natural por fibras e pó de borracha para aplicação em protótipos de alvenaria cerâmica.

De acordo com o estudo, com a adição de borracha em quantidades adequadas, como de 5% a 10%, o resultado melhora quase todos os quesitos, comprovando a eficiência da borracha tanto na avaliação térmica, quanto na física e na mecânica, gerando vantagens para o usuário e para o meio ambiente.

De acordo com o estudo de Pessete e Pelisser (2012), a adição da borracha reciclada de pneus para construção de paredes de concreto contribui para redução do consumo de materiais, para reciclagem e para eficiência energética de edificações.

O estudo foi realizado através do efeito da concentração de borracha (0%, 10% e 20%) no comportamento térmico e mecânico, com o objetivo de construir sistemas de vedação mais eficientes, considerando as recomendações da Norma de Execução de Paredes de Concreto, NBR 16055 (ABNT, 2012) e de Desempenho de Edificações, NBR 15575, relacionadas aos índices de condutividade térmica (PESSETE; PELISSER, 2012).

De acordo com o estudo, contribui para eficiência energética e economia na operação das edificações; permitem utilizá-lo de forma econômica na construção de paredes e possibilitam uma maior capacidade de isolamento térmico de Edificações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que, a cada ano, cerca de 1,5 bilhão de pneus são produzidos em todo o mundo, e somente no Brasil, são mais de 70 milhões onde, grande parte destes são indevidamente descartados no meio ambiente.

Porém, no Brasil, essa preocupação com o descarte adequado com os resíduos dos pneus foi intensificado a partir Resolução Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009, que determina a coleta e destinação e implementação de pontos de coleta dos fabricantes e importadores de pneus novos, e pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Partindo deste entendimento, surge a viabilidade da utilização do resíduo de pneus na construção civil em diferentes estruturas, que, de acordo com diversos estudos aqui apresentados, proporciona diversas vantagens.

De acordo os estudos, este concreto alternativo pode ser aplicado em pavimentos, calçadas, passeios públicos, bancos de praça, pisos, rodovias, estruturas hidráulicas, entre outras estruturas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

Proporciona vantagens de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Traz economia, durabilidade, flexibilidade, diminuição dos custos de produção, diminuição de fissuras e melhora de resistência à compressão.

Colabora também duplamente com o meio ambiente, pois além de reciclar tal resíduo está poupando as reservas finitas de agregados naturais e contribuindo com a qualidade ambiental.

Contribui também além da redução do consumo de materiais, para reciclagem e para eficiência energética de edificações. Vantagens também para a construção de sistemas de vedação, considerando as normas vigentes de execução de paredes e desempenho de edificações, relacionados ao índice de condutividade térmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018 e 2019**: Edição especial. São Paulo: Abrelpe, 2019. 68 pag. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **ABNT NBR 12655:2015**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **ABNT NBR 7211:2009**: versão Corrigida: 2019. Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ANIP. Associação nacional da indústria de pneumáticos. **Produção e vendas 2019**. São Paulo: ANIP, 2019. Disponível em: <http://www.anip.com.br/arquivos/producao-vendas.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

BERNARDI, T. M. **Avaliação do comportamento de argamassas de revestimento com incorporação de pó de borracha de pneu**. 2019. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4202/1/Tuani%20Mathias%20Bernardi%20-%202019.pdf>. Acesso em: 13 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. "Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências." - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 17 maio 2021.

BRASIL. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. "Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil". Diário Oficial da União. Brasília, DF: CONAMA, 2002. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 19 abr. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 416 de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: CONAMA, 2009.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO BORRACHA NA CONSTRUÇÃO CIVIL- UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Wallace David, Gerson de Marco

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 28 abr. 2021.

CANOVA, J. A.; BERGAMASCO, R.; NETO, G. de A. Pó de borracha de pneus inservíveis em argamassa de revestimento. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 3, p. 41-53, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/32980/19503>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CEMPRE. **Compromisso empresarial para reciclagem**. Cempre Review. 2020. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/7/pneus>. Acesso em: 14 abr. 2021.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo: IBRACON, 2010. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc48.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

MEHTA, K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestruturas, Propriedades e Materiais**. São Paulo: Ibracon, 2014.

PEDRO, D. A. G. **Desempenho de argamassa fabricadas com incorporação de materiais finos provenientes da trituração de pneus**. 2011. Dissertação (Mestrado em Construção) – Universidade Tecnica de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143094805/Tese%20Diogo%20Pedro1.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

PESETTE, J. B.; PELISSER, F. **Efeito da borracha reciclada de pneus na condutividade térmica de paredes de concreto**. 2012. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil) – UNESC, Criciúma, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1538/1/Janice%20Biz%20Pessette.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

RECENA, F. A. P. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portlan**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

ROCHA, E. R. D. **A viabilidade econômica sustentável do bloco concreto com garrafa pet**. 2017. Especialização (MBA Gestão de Obras e Projetos) - RIUNI. 2017. Disponível em: <https://riuni.unisul.br/handle/12345/4652>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ROMUALDO, A. C. A. *et. al.* Pneus Inservíveis como Agregados na Composição de Concreto para Calçadas de Borracha. International workshop - advances and cleaner production. *In.:* **3rd International Workshop - Advances in Cleaner Production**. São Paulo: Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World, 2011. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sexoes/6A/7/Romualdo_ACA%20-%20Paper%20-%206A7.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

SILVA, L. S. *et. al.* Concreto com borracha de recauchutagem de pneu para uso em pavimentação de baixo tráfego. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762019000200321. Acesso em: 19 abr. 2021.

SLAIFFER, C. **Influência de fibras de borracha nas propriedades físicas, mecânicas e térmicas em argamassa de revestimento**. 2019. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2554/1/2019CintiaSlaiffer.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

YAZIGI, Walid. **A técnica de Edificar**. 9. ed. São Paulo: Pini, 2008.