



CONCRETO COM ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEU

CONCRETE WITH ADDITION OF TIRE RUBBER

Rafael Freire de Araújo Lucena¹
Cristiane Aparecida Costa Angelino²
Pedro Henrique França da Silva³
Rosângela Guimarães de Oliveira⁴

RESUMO

A poluição é um fator crítico que gera debates em todo o globo de como reutilizar estes materiais de forma consciente e eficaz, reduzindo os danos ao meio ambiente. Na indústria automobilística, um dos componentes que fazem parte de seu processo construtivo é a borracha, na fabricação dos pneus, que com o passar do tempo se desgastam e em muitas ocasiões não são descartados corretamente. Este descarte incorreto traz consigo problemas de saúde pública, servindo de abrigo para vetores de doenças e contaminação do solo em outros casos. O artigo tem como objetivo geral, analisar as aplicações de pneus inservíveis na produção de concreto para pavimentação de calçadas e ciclovias, sendo elaborado a partir da adição por parte, dos agregados miúdos, estudando os traços, a fim de encontrar sua resistência mecânica à compressão e absorção de água. Metodologicamente o estudo é de caráter bibliográfico, descritivo e exploratório, tendo abordagem qualitativa. Constatou-se viável a utilização do concreto com resíduos de borracha. No entanto, mais estudos deveram ser feitos a fim de confirmar seu uso. Visando seu ponto ecológico, demonstra ser possível o reaproveitamento do pneu ao término de sua vida útil, reduzindo seu descarte indevido no meio ambiente.

Palavras-chave: Concreto. Borracha. Resíduo. Descarte. Meio ambiente.

ABSTRACT

Pollution is a critical factor that generates debates across the globe on how to consciously and effectively reuse these materials, reducing damage to the environment. In the automobile industry, one of the components that are part of its construction process is rubber, in the manufacture of tires, which over time wear out and are often not properly disposed of. This incorrect disposal brings with it public

¹ Rafael Freire de Araújo Lucena. E-mail: rafaelfreire.al@gmail.com

² Cristiane Aparecida Costa Angelino. E-mail: cris.angelino1985@gmail.com

³ Pedro Henrique França da Silva E-mail: Pedro.fsilva@estacio.br

⁴ Rosangela Guimarães de Oliveira. E-mail: rosangela.oliveira@estacio.br

health problems, serving as a shelter for disease vectors and soil contamination in other cases. The article has as general objective, to analyze the applications of waste tires in the production of concrete for paving sidewalks and cycle paths, being elaborated from the addition by the part of the small aggregates, studying the traces, in order to find their mechanical resistance to compression and water absorption. Methodologically, the study is bibliographic, descriptive and exploratory, with a qualitative approach. It was found viable to use concrete with rubber residues. However, further studies should be done to confirm its use. Aiming at its ecological point, it shows that it is possible to reuse the tire at the end of its useful life, reducing its improper disposal in the environment.

Keywords: Concrete, Eraser, Residue, Discard, Environment.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento populacional e conseqüente crescimento dos grandes centros urbanos nos trouxeram muito mais do que tecnologia e conforto, veio acompanhado de consumo desenfreado e de problemas ambientais que afetam amplamente nosso planeta, aterros sanitários são o destino de todo lixo produzido diariamente (LARUCCIA, 2014).

A Lei 12.305/2010 conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu o sistema de gestão e gerenciamento desses materiais o qual deve ser seguido pelos municípios a fim de minimizar os impactos ambientais causados por estes, o que é bastante complexo em nosso País visto as quantidades em grande escala de resíduos gerados constantemente (BRASIL, 2010).

Há tempos a reciclagem dos resíduos dos processos industriais vem sendo estudado e se tornando uma necessidade quando se pensa em preservação do meio ambiente, como também em tempos de crise buscar soluções com baixo custo e que obtenham resultados se faz necessário. Indicadores do IBAMA sobre a destinação dos resíduos de pneus inservíveis no Brasil mostram que até o ano de 2018 já havia sido destinado 585.252,32 toneladas destes materiais reciclados. (IBAMA, 2018)

Queimar este produto a céu aberto é proibido por lei, pois sua combustão libera na atmosfera dióxido de enxofre, poluente não só ao ar, mas ao solo onde penetrando pode atingir o lençol freático contaminando a água.

Nessa perspectiva da necessidade ecológica temos a busca por meios de reutilização de materiais que possam contribuir ecologicamente e financeiramente

para grandes indústrias, a exemplo de resíduos de pneu inservível para uso na construção civil (OLIVEIRA; CASTRO, 2007).

Um exemplo de uso da borracha de pneus inservíveis esta no Parque Linear de Uberlândia-MG, este espaço contém uma ciclovia que foi construída em concreto e utilizou como agregado na preparação pneus inservível em parte da areia, sendo usados 15,5 do resíduo triturado por metro cúbico de concreto, adicionados aditivos que permitiram uma resistência de 21,6 Mpa.

O engajamento das autoridades e iniciativas privadas para reciclagem da borracha inservível é fundamental, para que se possa existir mais estudos sobre o comportamento desses materiais na produção do concreto na indústria da construção civil, fazendo com que meios ecologicamente corretos de utilização dessa matéria prima sirva com eficácia as demandas e exigências.

Segundo Rodrigues e Santos (2013), são promissores os usos dos agregados de borracha de pneu reciclado para a indústria da construção civil, aumentando o isolamento térmico como também acústica e melhor durabilidade do concreto.

A escolha do tema deste artigo se deu por um conjunto de fatores, onde, a adição de borracha de pneu inservível no concreto é importante pelo ponto de vista ambiental. Pois a grande quantidade de resíduos sólidos gerados anualmente tem sido um desafio para os governos lidarem, pois geram matéria tóxica para o solo e o lençol freático (GHALY; CAHILL, 2005). A estocagem em aterros além dos fatores supracitados causa a proliferação de insetos e roedores, riscos de incêndio e ocupa muito espaço, isto sem contar que o fato do pneu pode levar mais de 150 anos para biodegradar (ANDRADE, 2007).

CONCRETO

Em 1756, o engenheiro inglês John Smeaton, considerado o pai da engenharia, desenvolveu uma mistura que incluía agregados graúdos e cimento que ele viria a utilizar anos adiante na construção do farol Eddystone Lighthouse em Cornwall, Inglaterra. Em 1824 surge o cimento Portland desenvolvido pelo inglês Joseph Aspdin, ele fez concreto queimando giz com terra e argila, em um forno até que o dióxido de carbono evaporasse (QUEIROZ, 2019).

Figura 1: Farol Eddystone Lighthouse, Cornwall, Inglaterra



Fonte: Google.com

Joseph Monier foi o inventor do primeiro concreto armado que se tem história em 1849. Foi ele quem fez cubas e tubos de concreto armado com uso de aço. Ele executou um reservatório de água suportado por colunas.

No Brasil, o concreto foi difundido em meados dos anos 1920, sendo regido pela ABNT (Associação de Normas Técnicas) a partir dos anos 1940 (SANTOS; OLIVEIRA, 2008).

TIPOS DE CIMENTO

Entre os materiais que compõem o concreto temos o cimento, o qual consta de oito tipos: o cimento Portland Comum (CP I). Sem adições, exceto gesso, usado para controlar a pega. Uso recomendado em construções de concreto geral (ABNT NBR 16697, 2018).

Cimento Portland Composto (CP II). Adição de escória, pozolana ou filer em pequena proporção. Atende as necessidades da maioria das aplicações (ABNT NBR 11578, 1991).

Cimento Portland de Alto Forno (CP III). Este cimento pode conter escória de alto-forno com variante de 35 a 70% de sua massa. Vantajoso para obras concreto-massa, a exemplo de barragens (ABNT NBR 5735, 1991).

Cimento Portland Pozolânico (CP IV). Contem Polozana em quantidade que varia de 15 a 50% de sua massa. Recomendado para obras expostas a ação da água corrente e para ambientes agressivos (ABNT NBR 5736, 1991).

Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V- ARI). Utilizado na fabricação de blocos para alvenaria, pavimentação, tubos, meio-fio, entre outros, por atingir alta resistência em seus primeiros dias de aplicação. Essa propriedade é obtida pela utilização de determinada dosagem de calcário e argila na produção do clínquer e pela moagem mais fina do cimento (ABNT NBR 5733, 1991).

Cimento Portland Resistente a Sulfatos (RS). Recomendado para obras onde existe ambiente agressivo tais como: redes de esgoto e obra em região litorânea, subterrâneas e marítimas (ABNT NBR 5737, 1991).

Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação (BC). É recomendado para grandes concretagens onde se precisa de controle indispensável de fissuras de origem térmica, como nas obras hidráulicas (ABNT NBR 13116, 1194).

Cimento Portland Branco (CPB). Contém baixo teor de óxido de ferro e manganês e em condições severas de resfriamento. Deve ter índice de brancura maior que 78%, adequado para projetos arquitetônicos de concreto aparente (ABNT NBR 12989, 1993).

AGREGADOS

Definem-se como agregados “material sem forma ou volume definido, geralmente inerte com dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassa e concreto”, NBR 9935 (ABNT, 2005a).

Os agregados podem ser divididos em miúdos e graúdos onde: Graúdo corresponde ao material granular com pelo menos 95% em massa retidos na peneira com abertura de malha de 4,75mm e Miúdos correspondem ao material granular com pelo menos 95% em massa passante na peneira com abertura de malha de 4,75mm. NBR 9935 (ABNT, 2005a).

Os agregados na construção civil são bens de baixo valor unitário, uma vez que seu beneficiamento é considerado simples, porém são produtos mais comercializados da indústria mineral (LA SERNA; REZENDE, 2009).

Segundo Bauer (2001). “Os agregados constituem em um componente importante na confecção do concreto, atribuindo cerca de 80% do peso e 20% do custo do concreto estrutural, sem aditivos, de fck na ordem de 15Mpa.

Para Azevedo *et al.* (2017), recomenda-se que os agregados miúdos sejam submetidos a ensaios, para obter suas propriedades e assim sejam tomadas as devidas medidas para confecção do concreto a ser utilizado.

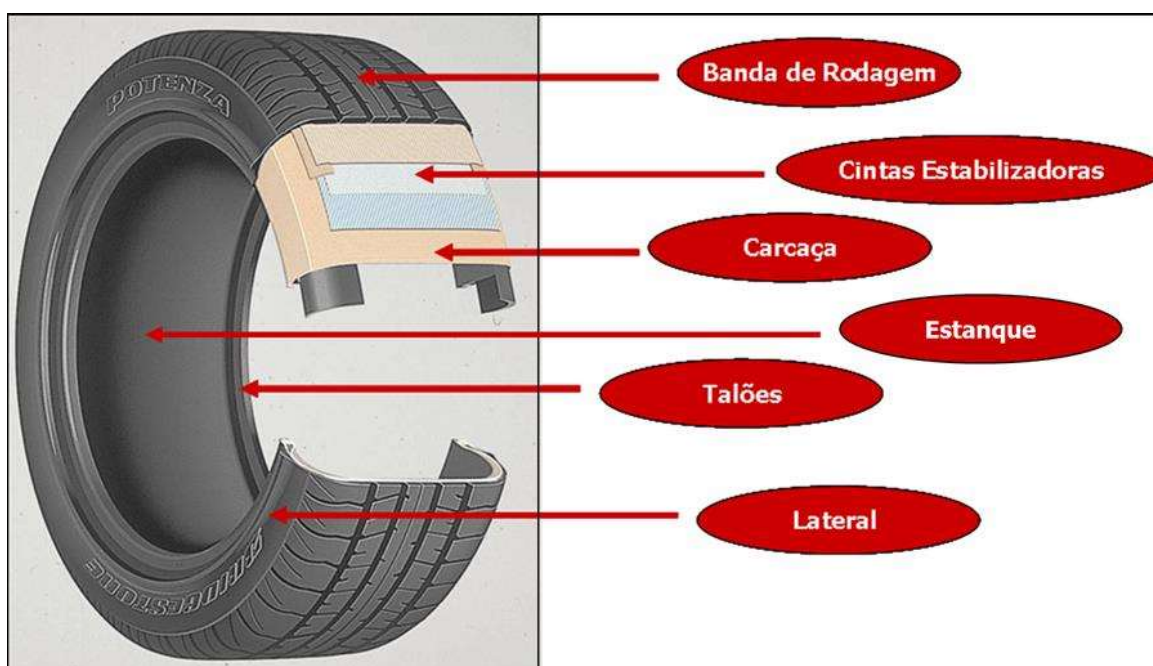
BORRACHA DE PNEU

Ao descobrir casualmente quando conseguiu através da vulcanização da borracha inventar os pneus em 1845. Charles Goodyear contribuiu com o avanço tecnológico de seu tempo, as carroças com rodas produzidas em ferro e madeira, deram lugar ao invento revolucionário de Charles. Desde sua criação o pneu passou por vários processos de evolução até chegar nos dias atuais.

Segundo a ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), sua composição consiste em negro de fumo um derivado do petróleo, enxofre, catalisadores, plastificantes, são revestidos com lonas emborrachadas de cordões de aço, podendo ser de náilon ou kevlar. A vulcanização é a parte mais importante na fabricação. O pneu é colocado em altas temperaturas, pressão e tempo, numa prensa. Após esta fase são realizados testes a fim de comprovar sua resistência, durabilidade, fadiga, e velocidade sob a carga (ANIP, 2013).

De acordo com a figura 1, observam-se os componentes de um pneu automotivo da fabricante Bridgestone (BRIDGESTONE, 2018):

Figura 2: Ilustração dos componentes de um pneu (Banda de rodagem; Cintas estabilizadas; Carcaça; Estanque; Talões; e Lateral).



Fonte: BRIDGESTONE (2018, s/p).

A banda de rodagem é a única parte do pneu em contato com o solo. O desenho da banda de rodagem afeta a aderência em pisos molhados e secos e tem influencia direta no nível de ruído e a drenagem da água. As cintas estabilizadas têm influencia direta no desempenho do pneu, na dirigibilidade, conforto e durabilidade. Cada cinta é formada por fios de aço de configurações específicas para determinadas aplicações, revestida de borracha para facilitar a adesão com outros componentes de borracha. Proporciona estabilidade na zona de rodagem, protege a carcaça de impactos e perfurações (BRIDGESTONE, 2018).

A carcaça é formada por cordonéis de poliéster, nylon ou aço. As lonas de corpo recebem uma camada de borracha em ambos os lados para aumentar a adesão e evitar atrito interno. Resistente a pressão, suporta peso, choques, esforços pelo torque do motor e aquecimento gerado pela alta velocidade. O estanque está presente nos pneus sem câmara de ar é o revestimento interno formado por camadas de borracha que protegem a carcaça contra umidade, além de estancar o

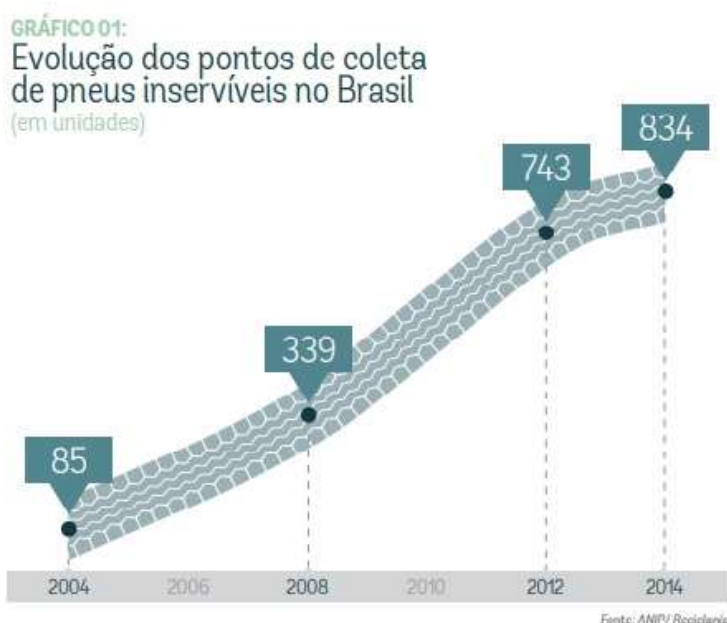
vazamento de ar comprimido, evitando perda e pressão do pneu (BRIDGESTONE, 2018).

Os talões são formados por fios de aço banhados por cobre e revestidos individualmente por borracha, para evitar a oxidação e facilitar a adesão. Ele fixa o pneu na roda, de maneira a evitar o vazamento de ar e garantir que não ocorrerá deslocamento durante o uso. A lateral possui borracha com propriedades específicas focada em resistência, pois é a área que recebe a força exercida durante as curvas além do arraste contínuo do pneu (BRIDGESTONE, 2018).

DESTINAÇÃO DO PNEU INSERVÍVEL

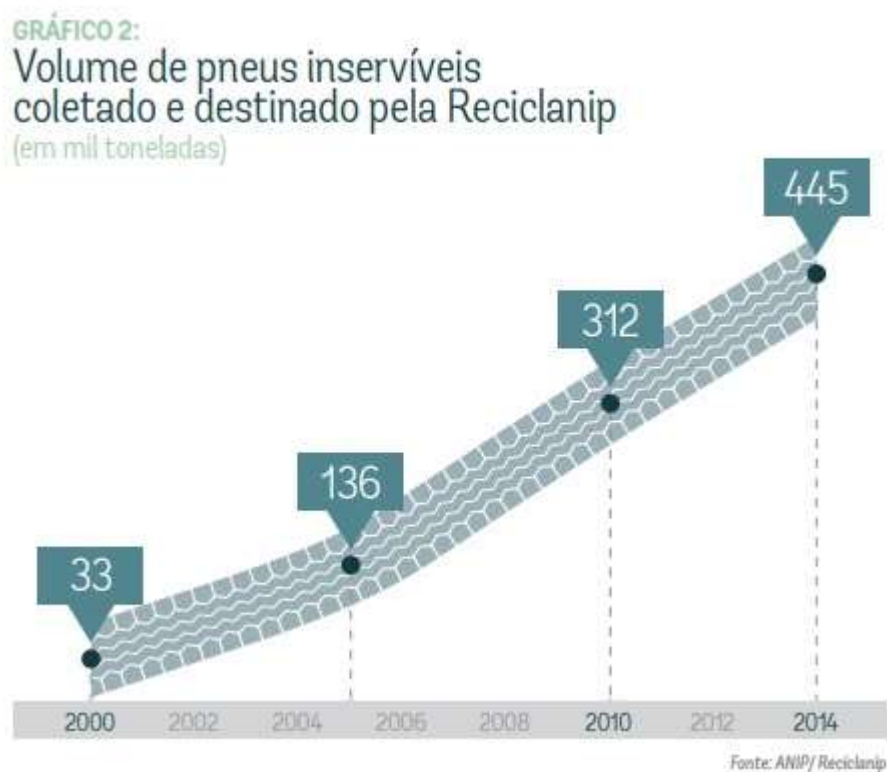
A forma mais comum de destinação dos pneus inservíveis é como combustível alternativo para a indústria de cimento, onde dados de 2014 corresponderam a 69,7% do total destinado. Em seguida surge a fabricação de granulado e pó de borracha para utilização em asfalto-borracha, onde corresponde 17% da destinação. Foram destinados de forma sustentável e adequada em 2014 mais de 3 milhões de toneladas de pneus inservíveis o equivalente a 600 milhões de pneus automotivos (ANIP, 2015).

Grafico 1: Evolução dos pontos de coleta de pneus inservíveis no Brasil.



Fonte: ANIP (2015, p.17).

Gráfico 2: Volume de pneus inservíveis coletado e destinado pela Recilanip.



Fonte: ANIP (2015, p. 17).

Pesquisas e estudos relacionados ao asfalto-borracha favoreceram a produção de um produto de asfalto com propriedades superiores ao convencionalmente produzido. Este apresenta características diferentes do convencional como melhor desempenho, elevada elasticidade, durabilidade, e melhor custo benefício (POURRE, 2016).

A reciclagem mecânica de pneus inservíveis busca obter granulações de borracha pela moagem mecânica, através de trituradores, moinhos, entre outros, que permitem a repetição da moagem dos resíduos ate alcançar a granulometria desejada (CHISTÓFANI, *et al*, 2017).

RECAUCHUTAGEM

Segundo Sandroni; Pacheco (2005). “As tecnologias mais comuns para dar destino os pneus descartados são a recauchutagem, a regeneração, a reciclagem

energética, a pirólise, a composição asfáltica, além de diversas formas de reutilização.”

Na recauchutagem, se aproveita a estrutura resistente do pneu já usado, nas condições mínimas que são exigidas, nele é introduzida uma banda de rodagem nova (JUNIOR PEREIRA, 2015). O processo segue com a chegada da matéria prima as fabricas de recauchutagem, após inspeção minuciosa, o pneu segue para preparação da carcaça, onde são moldadas as superfícies do pneu para permitir as etapas seguintes, nela ocorre à raspagem através de tornos semiautomáticos (JUNIOR PEREIRA, 2015).

Na fase seguinte é aplicada a cola como suporte para a aplicação da nova banda de rodagem. Finalizando as etapas, são colocados em câmaras de borracha e montados em um tipo de roda, para por fim ser posicionado na autoclave. São encaixados por tamanhos de maneira que os maiores sejam os primeiros a entrar, com isso a circulação de ar no interior do equipamento é otimizada (ABR, 2015).

METODOLOGIA

Procedeu-se de um estudo bibliográfico de cunho descritivo e exploratório, tendo abordagem qualitativa. A pesquisa bibliográfica é passo decisivo em qualquer pesquisa científica, uma vez que elimina a possibilidade de se trabalhar em vão, de se desperdiçar tempo com o que já foi solucionado (MEDEIROS, 2003).

Como fontes de coleta de dados foram utilizados os seguintes artigos: NETO (2016), SANTOS (2018), FIORI; INO; AKASAKI (2010), CANOVA; BERGAMASSO; NETO (2007), LAURERMAN; BISOGNIN; BOHRER, SOUZA; GUERRA (2018); MOREIRA. FIDELIS; DIAS (2014); OLIVEIRA (2017).

Verificou-se que as adições de borracha na faixa de 10% e 15% em relação aos agregados finos, foram mais satisfatórias para ao uso pretendido, trazendo vantagens como redução de fissuras, comparado ao concreto convencional.

Do ponto de vista ético o estudo não necessitou de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, por se tratar de uma revisão de literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo de Oliveira (2017), a composição granulométrica foi satisfatória, tendo os agregados reciclados bem distribuídos. Os resultados atenderam os requisitos da NBR 7211 (ABNT, 2005b) e NBR 16416 (ABNT, 2015b).

Em relação às características químicas, quanto à contração de cloretos e sulfatos, apresentaram-se limites seguros, com nível baixo de concentração desses agentes, atendendo a nbr 15116 (ABNT, 2004).

Oliveira (2017) conclui que, as composições dos concretos analisados foram aptas para uso em pavimentações de calçadas, sendo compatíveis com as normas vigentes no que se diz respeito à permeabilidade.

Para Moreira *et al.* (2014), em sua análise laboratorial, constatou-se que seria necessário uma maior adição de borracha e de água para tornar a mistura com trabalhabilidade adequada, o que segundo eles constituiu em um fator negativo.

Em relação à resistência à compressão houve queda considerável dos valores obtidos ao aumento de borracha nos ensaios, o que se explica devido ao consumo de água para se chegar ao abatimento e os índices de vazios que se apresentaram devido à inclusão dos agregados reciclados.

Moreira *et al.* (2014), conclui que o concreto com adição de pneu foi satisfatório para o serviço requerido em seu estudo, mesmo com perda de resistência à compressão, ressaltando porem, não ser recomendado para uso em elementos estruturais.

Através dos estudos, Lauremann *et al.* (2018), utilizou como referência para se obter melhores condições de uso as adições de 10% e 15% da borracha, na faixa de 1,55mm e 3,50mm. Ressaltando que a substituição da areia por 15% de farelo de borracha reduz a resistência à compressão.

A viabilidade técnica para eles está condicionada a ensaios para sua utilização, em relação a questões ambientais sua viabilidade é incontestável.

Canova *et al.* (2007), verifica que ao aumentar a quantidade de borracha ocorre redução da massa específica. O aumento de ar incorporado contribui para trabalhabilidade da argamassa. Em relação à retenção de água, as amostras de

estudo com as adições de borracha ajudaram na redução de quantidade de água na argamassa.

Conclui assim que os índices de fissuras com as adições tiveram melhores apresentações em relação à argamassa de controle, destacando a que teve adições de 8% tendo melhores índices.

Em sua pesquisa, Santos (2018) constatou que o concreto com adição do pneu inservível tende a ser mais leve que os convencionais.

A resistência obtida a partir das adições de 5% e 10% é compatível às necessidades de pisos para ciclovias, blocos de meio fio e calçadas para pedestres. No que diz respeito a impactos, os ensaios indicam que o concreto reciclado possui melhores absorções de energia comparada aos concretos sem adições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro da perspectiva sustentável e da necessidade de preservação e conservação do meio ambiente, onde todos os setores devem se engajar, apontou-se a possibilidade de utilização da borracha de pneu inservível como agregado na preparação do concreto em obras da construção civil.

Diante as considerações iniciais, conclui-se que as pesquisas apontam que o uso da borracha de pneu no concreto, não tem viabilidade para fins estruturais, uma vez que reduz a resistência a compressão, em comparação ao concreto convencional. Mas em grande parte dos estudos, evidenciam que a utilização da borracha no concreto se mostra viável na fabricação de calçadas, passeios, meio fio, onde exige cargas menores.

Além de não comprometer as propriedades essenciais para as obras, contribui para a redução do descarte inadequado do pneu no meio ambiente, sendo uma possibilidade para contribuir com a sustentabilidade.

Foi observada que o concreto com adição da borracha possui resultados muito satisfatórios e eficazes mesmo com perda de resistência a compressão. Conclui-se que seu uso reduz os custos e reduz as despesas com manutenção. Porém ressalva-se que se fazem necessários outros estudos aprofundados no assunto.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11578. **Cimento Portland Composto**. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5733. **Cimento Portland alta resistência inicial**. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5735. **Cimento Portland de alto-forno**. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5736. **Cimento Portland pozolânico**. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5737. **Cimento Portland resistência a sulfatos**. Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12989. **Cimento Portland Branco**. Rio de Janeiro, 1993.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13116. **Cimento Portland de baixo calor de hidratação**. Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16697. **Cimento Portland**. Rio de Janeiro, 2018.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9935. **Agregados - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2019.
- ABR, **Associação Brasileira de Recauchutadores**, 2015. Disponível em: <<http://www.abr.org.br/dados.html>>
- ANIP. **Livro branco da indústria de pneus “uma política industrial para o setor”**. São Paulo: [s.n], 2015.
- AZEVEDO, F.F; MARTINS, BATISTA. H.R; PARANAIBA, TAVARES. C.S.N; OLIVO, S.J. Agregados miúdos: A importância dos agregados miúdos no controle tecnológico do concreto. **Rev. Conexão eletrônica**, v, 14. Três Lagoas, MS, 2017.
- BAUER, F.L.A. **Materiais de construção**. 5. ed. São Paulo: LTC S.A, 1995.
- CANOVA, A.J; BERGAMASSO, ROSANGELA E NETO, A.G. **A utilização de resíduos de pneus inservíveis em argamassa de revestimento**, 2007. v.29, n.2, p. 141-149.
- PEREIRA JÚNIOR Douglas de Melo, Edward. **Estudo de Adesão de Bandas de Rodagem Na Recauchutagem de Pneus**. Brasília: UnB, 2015. p. 103.

FIORI, F.C; INO, AKEMI E AKASAKI, L.J. **Análise experimental de blocos intertravados de concreto com adição de resíduos do processo de recauchutagem de pneus**, 2010. v. 32, n. 3, p. 237-244..

Ghaly, Ashraf M., Cahill IV, James D. **Correlation of strength, rubber content and water to cement ratio in rubberized concrete**. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 32, n. 6, p. 1075-1081 (2005).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório de pneumáticos: Resolução Conama nº 416/09: 2018(ano base 2017)/** diretoria de qualidade ambiental – Brasília, IBAMA, 2018, 75 p.

LA SERNA, H.A; REZENDE, M.M. **Agregados para a construção civil. DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral**. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4008>. Acesso em 25/11/2020, P. 34, 2009.

LAURERMANN, ETHIER; BISOGNIN, P.R; BOHRER, E.R; SOUZA, L.E; GUERRA, DIVANILDE. 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**, Florianópolis, v.7, n.4, p.113-133, 2018.

LARUCCIA, M. MAURO: Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. Guarulhos-SP, **Revista Eniac Pesquisa**, v.3, n.1, p.69-84, 2014.

MOREIRA, F.J; FIDELIS, PEREIRA. R.V; DIAS, F.J. **Concreto com borracha de pneu aplicado em ciclovia**. p. 185. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: **Lei Nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 8/09/2020.

NETO, O.M.D. **Uso da borracha de pneus para pavimentação asfáltica no Brasil: Um panorama histórico**, IFPB, 26p, 2016.

RODRIGUES, J.P.C; Santos, C.C: **Resistência à compressão a altas temperaturas do betão com agregados reciclados de borracha de pneu**. In: CONGRESSO IBERO LATINO AMERICANO SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO. Coimbra, p.1-10, 2013.

OHANA VITOR POURRE: **O destino dos pneus descartados – Leis vigentes e tecnologias utilizadas no Brasil**. p.71. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro., 2017.

OLIVEIRA, Iago de. **Concreto permeável com agregado reciclado para uso em pavimentação**. 2017. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

QUEIROZ, C.RUDNEY. **Introdução à engenharia civil, história, principais áreas e atribuições da profissão** – São Paulo: Blucher, p. 216, 2019.

SANTOS, E. R.; OLIVEIRA, J.B. A armação do concreto no Brasil: História da difusão da tecnologia do concreto armado. **Cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 15, n. 16, 1ª sem. 2008.

SANTOS, M.R. **Sugestões de aplicações de concreto borracha em obras civis**. p. 91. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.