https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.045

USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE CARIACICA-ES

Guilherme Vieira Fraga[1], Yuri Bronzon do Nascimento[2], *Suellem Luchi de Oliveira[3]*
*Autor de contato: suellem_luchi@hotmail.com
[1] Graduado em Engenharia Civil, Faculdade Multivix Cariacica, Cariacica, Brasil
[2] Graduado em Engenharia Civil, Faculdade Multivix Cariacica, Cariacica, Brasil
[3] Professora da Faculdade Multivix – Cariacica, Faculdade Multivix Cariacica, Cariacica, Brasil

RESUMO

O mercado da construção civil é um mercado amplo e que vem se desenvolvendo no decorrer dos anos, juntamente com a necessidade de buscar novas alternativas construtivas e métodos menos poluentes. Em alguns casos, resíduos da construção e demolição (RCD) são descartados inadequadamente, gerando problemas ambientais, atingindo a população, rios, córregos, flora e fauna e etc., contribuindo para a proliferação e a transmissão de doenças. Como alternativa, a reciclagem e o reaproveitamento de RCD através de sua aplicação em pavimentações podem ser a chave que contribuirá para a reutilização desses resíduos, minimizando seu descarte em locais impróprios e tornando-se um método economicamente viável se comparado à utilização de materiais naturais. Sendo assim, a reutilização dos resíduos sólidos apresenta-se de forma positiva contribuindo com o meio ambiente e o desenvolvimento do mercado da construção civil sustentável. Este artigo tem como objetivo apresentar que o mercado da construção civil é um dos principais geradores de resíduos sólidos, como restos de concreto e argamassas, e que estes podem ser reaproveitados em pavimentação de ruas e rodovias, compondo suas camadas e subcamadas.
Palavras-chave: Pavimentação; Reciclagem; Resíduos; Obras públicas; Vias públicas.

ABSTRACT

The civil construction market is a broad market that has been developing over the years, along with the need to seek new constructive alternatives and less polluting methods. In some cases, construction and demolition waste (RCD) is improperly disposed of, generating environmental problems, affecting the population, rivers, streams, flora and fauna, etc., contributing to the proliferation and transmission of diseases. As an alternative, the recycling and reuse of CDW through its application in pavements can be the key that will contribute to the reuse of these wastes, minimizing their disposal in inappropriate places and becoming an economically viable method compared to the use of natural materials. Therefore, the reuse of solid waste presents itself in a positive way, contributing to the environment and the development of the sustainable civil construction market. This article aims to present that the civil construction market is one of the main generators of solid waste, such as concrete and mortar residues, and that these can be reused in the paving of streets and highways, composing their layers and sublayers.
Keywords: Paving; Recycling; Waste; Public works; Public roads.

1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil é correspondente por grande parte do PIB nacional e é responsável também por gerar milhares de empregos, porém assume a problemática de gerar toneladas de resíduos por ano, impactando diretamente o meio ambiente. É possível notar que, no período pós-pandemia, a construção civil está em aceleração, com novos empreendimentos sendo lançados no mercado, ou seja, aumentando a produção de resíduos e o consumo de insumos naturais.

É importante observar que a cadeia produtiva da construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta. No Japão, corresponde a cerca de 50% dos materiais os quais circulam na economia e, nos EUA, o consumo é de mais de dois bilhões de toneladas, representando cerca de 75% dos materiais circulantes (FREITAS, 2011). Ainda com o mercado da construção civil aquecido, o setor da reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil vem se mostrando rudimentar. A reciclagem deste resíduo é um mercado de avanço considerável em muitos países da Europa, em muitos casos pela falta de recursos naturais que esses países possuem (FREITAS, 2011).

A reutilização de resíduos da construção civil desempenha um papel cada vez mais importante no quesito sustentabilidade, ação que pode gerar inúmeros benefícios. Desta forma, nota-se como é necessário a busca de métodos que levem a uma destinação adequada para estes resíduos e reaproveitá-los em outras obras. A reciclagem deste material se mostra eficiente contribuindo de forma a evitar o descarte inadequado, além de gerar economia uma vez que seu custo é menor se comparado à utilização de recursos naturais.

Em seu trabalho, Grubba (2009) diz que os agregados reciclados são classificados em dois grupos agregados mistos e agregados reciclados de concreto (ARC), sendo o segundo o mais indicado, pois é homogêneo e a maior parte de sua composição é formada por resíduos de concreto e argamassas. No quesito pavimentação, o ARC podem ser usados nos pavimentos flexíveis e no concreto dos pavimentos rígidos, contudo sua destinando-se principalmente para as camadas de base e sub-base de pavimentação.

Segundo Mota (2014), a utilização de resíduo classe A na pavimentação é uma das mais fáceis e antigas metodologias de reciclagem do Brasil. Observa-se o emprego do entulho como material para a construção de base, sub-base e revestimento primário de pavimentos rodoviários, que é feita na forma de brita corrida ou então misturas do resíduo com o solo. Suas principais vantagens são: menor utilização de tecnologias e custo em todo processo; uso de praticamente todos os componentes minerais do entulho (areia, argamassa, tijolo, cerâmicas, pedras, etc.); maior utilização do entulho produzido: estrutura de concreto e formas de acabamento na construção de alvenaria. Este projeto foi baseado pesquisas bibliográficas, leitura de artigos, monografias e dissertações que se relacionam com o tema citado no trabalho, sento este a reciclagem de agregados provenientes de resíduos da construção civil e aplicações dos agregados reciclados classe A na construção de camadas de base e sub-base de pavimentos asfálticos.

2. METODOLOGIA

Para desenvolvimento do presente trabalho, adotou-se a aplicação de natureza básica estratégica, visando a viabilidade de reutilização deste material para uma possível continuação e desenvolvimento futuro. “Pesquisas básicas estratégicas, estão voltadas para absorção de conhecimento de várias áreas, visando a resolução de problemas práticos” (GIL, 2017, p. 24).

Por meio de abordagem quali-quantitativa, apresentando-se as informações descritivas, um estudo dos dados obtidos através de análises bibliográficas como bases fundamentais de aperfeiçoamento da pesquisa, e em seguida apresentando dados quantitativos referindo-se a empresas participantes, obras em que foram aplicados o método de reaproveitamento, grau de assertividade e conhecimento por parte das instituições e empresas acerca das possíveis vantagens deste sistema.

Para os objetivos, a pesquisa descritiva e exploratória estrutura o trabalho visto que, há estudos bibliográficos acerca da possibilidade de aplicação do método, fazendo-se necessário a dedicatória aos referenciais teóricos. Neste contexto, buscam-se novas opiniões e outras formas de analisar determinada situação. No quesito exploratória, buscou-se o levantamento junto as empresas, aplicando questionários e entrevistas. Através do método exploratório, é possível acompanhar de perto a situação analisada dando liberdade para enxergá-la com mais facilidade, desta maneira temos outros ângulos acerca da pesquisa, compondo e estruturando melhor o assunto (GIL, 2017).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Resíduos Provenientes da Construção Civil

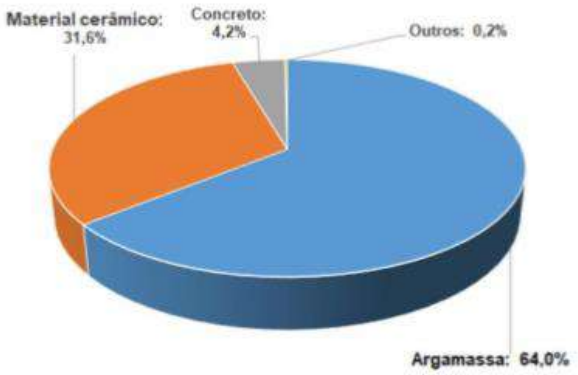
Os resíduos provenientes da construção civil podem ser facilmente observados em qualquer canteiro de obras ou descartados inadequadamente em áreas irregulares, seja em bairros menores ou grandes capitais. Sendo que por tal motivo, sua abundância não pode ser desprezada. Um forte indício de grandeza da massa gerada pode ser a quantidade de resíduos que é produzido em obras da construção civil. Uma pesquisa nacional apresenta um valor de aproximadamente 50 kg de resíduos da construção civil por metro quadrado de área construída (ANDRADE et al. 2001).

3.1.1 Conceito

De acordo com a resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002, Art. 2º, inciso I do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, conceitua que:

> Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições: I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, p. 1).

Figura 1 - Composição média de RCD no Brasil



Fonte: domtotal, 2018.

3.1.2 Classificação dos Resíduos de Construção Civil

De acordo com a NBR 10.004 Resíduos Sólidos, Classificação – ABNT, é feito uma relação entre a composição do resíduo, listagens dos resíduos e substâncias para se analisar os impactos a saúde e ao meio ambiente. Essa norma divide os resíduos em dois grupos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004):

a) Perigosos, categorizados na classe I;
b) Não Perigosos: categorizados na classe II;

Para os materiais categorizados na classe II é ainda existe uma outra divisão de subgrupo: Não inertes, categorizados como: Resíduos de Classe II A; e inertes compondo o grupo: resíduos de Classe II B.

Pela resolução n° 307 do Conama, os resíduos devem ser classificados de acordo com sua composição, sendo eles Classe A, B, C e D (BRASIL, 2002).

Casse A: aqueles com maior índice de probabilidade de reaproveitamento para o processo de reciclagem. Ou seja, resíduos provenientes de restos de materiais cerâmicos, concreto e argamassa por exemplo.

Classe B: vidros, papelões, plásticos, madeiras e metais, a qual podem ser reciclados, mas para outros fins, que não se aplicam a pavimentação.

Classe C: sendo compostos que sua reciclagem não é viável, e não possuem aplicações e reaproveitamento.

Classe D: compostos e resíduos tóxicos, ou seja, prejudiciais à saúde como tintas, óleos, materiais que podem surgir de reformas industriais por exemplo. E não se encaixam no método de reaproveitamento para pavimentação ou outras aplicações.

Frente as informações anteriores, é possível notar que, dentre as classes, a mais adequada para ser reciclada e posterior utilização em base e sub-base de pavimentação rodoviária estão presentes na Classe A.

Figura 2 - Resíduos de demolição



Fonte – Meio ambiente industrial, 2017.

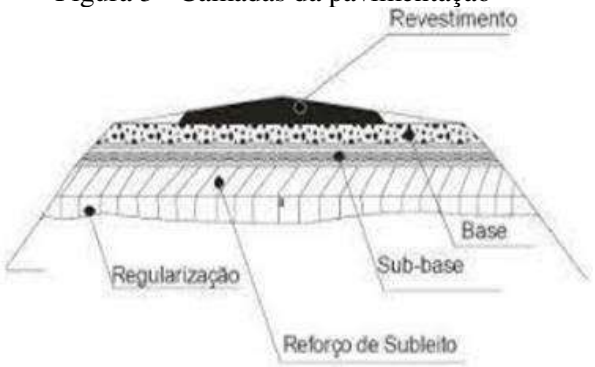
3.2 Pavimentação de Rodovias

Segundo Santana (1993), pavimento é um tipo de estrutura que vem a ser construída sobre a superfície obtida após a execução serviços de terraplanagem, com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser obtidos com base nos métodos da engenharia, ou seja, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Tal processo pode ser dividido em algumas etapas, como: planejamento, preparação da base e sub-base, lançamento da mistura asfáltica, articulação/transição e por último a compressão.

Para Araújo et al. (2017), Os métodos de pavimentação rígido (concreto) e flexível (asfalto) são os mais utilizados no sistema viário brasileiro. Segundo a norma DNIT 137/2010-ES, a pavimentação flexível, que é a mais utilizada, é dividida em algumas camadas, sendo elas as camadas de base, sub-base e de reforço do subleito (BRASIL, 2010a), conforme mostra a figura a seguir:

Figura 3 - Camadas da pavimentação



Fonte - BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT 137/2010. Pavimentação: Regularização do subleito - Especificação de Serviço. Espírito Santo, 2010a.

Levando em consideração então que um dos fatores principais para a execução de uma pavimentação é se ter um baixo custo, uma alternativa interessante a ser discutida seria a utilização de resíduos da construção civil para realizar algumas das etapas deste processo, visando economia sem deixar para traz a qualidade.

3.3 Processo de Reciclagem do Resíduo Classe A

Para que os resíduos gerados na construção civil possam ser reutilizados como agregados nas etapas de pavimentação, deve ser realizado antes um processo de reciclagem. Sendo o principal foco das

recicladoras o resíduo classe A, pelo fato de ser produzido em maior quantidade e a imensa possibilidade de ser reaproveitada pelo próprio setor da construção civil.

O processo de reciclagem dos resíduos de construção civil acontece em Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil. Segundo a ABRECON, existem dois tipos: as usinas fixas e os móveis. O funcionamento consiste basicamente em receber o resíduo, fazer a inscrição e a avaliação da qualidade do material, que passa por um processo de trituração e, após isso, de granulagem, que realiza a separação das frações, assim dando uma destinação adequada aos novos materiais. Por último os resíduos são classificados em areia, brita, pedrisco ou bica corrida e poderão ser comercializados como matéria-prima secundária dentro do próprio setor da construção civil e emprega por exemplo na pavimentação rodoviária.

3.4 Uso dos Resíduos Classe A na Pavimentação

Os agregados utilizados comumente nas camadas de base e sub-base são o pó de pedra e brita 1, estes sendo matéria-prima natural, motivo pelo qual torna a pavimentação mais cara e não contribui com o uso de reciclados.

Uma alternativa interessante seria a substituição desta matéria prima natural por resíduos da construção civil classe A. Conforme a resolução n. 307 do Conama, de 5 de julho de 2002, que estabelece as diretrizes e critérios para a gestão de resíduos da construção civil, são exemplos de resíduos de classe A: os tijolos, blocos, telhas, concreto e placas de revestimento (BRASIL, 2002).

De acordo com Mota (2014), a utilização de resíduo classe A na pavimentação é a forma mais fácil de reciclagem no Brasil. Com a utilização do entulho como material para a preparação de base, sub-base e revestimento primário de pavimentos, sendo feita na forma de brita corrida ou por misturas do resíduo com o solo. Sendo suas principais vantagens são a menor utilização de tecnologias e custo de processo; Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolo, argamassa, areia, pedras, cerâmicas); maior utilização do entulho produzido: Estrutura de concreto e formas de acabamento na construção de alvenaria.

Figura 4 - Pavimentação com RCD



Fonte – Prefeitura de Francisco Beltrão, s.d.

Por outro lado, Silvério (2013) revela que a questão do reaproveitamento dos resíduos na construção civil ainda é algo novo e pode levar algum tempo para se tornar algo normal em nosso meio, sendo isso muito importante para a concretização no processo de redução do despejo de entulhos no ambiente em locais adequados ou no próprio meio ambiente.

3.5 Impacto Ambiental

A presença dos resíduos de construção descartados de forma irregular cria um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana; é comum nos bota-foras e locais de deposições irregulares a presença de roedores, insetos peçonhentos (aranhas e escorpiões) e insetos transmissores de endemias perigosas (como a dengue) (PINTO, 1999).

Com o propósito de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção civil, com base em critérios de desenvolvimento sustentável, diversos países, como Holanda, Bélgica, França, Estados Unidos e Japão, estão investindo em pesquisas que visam à quantificação e a reciclagem dos resíduos de construção e demolição (GRUBBA, 2009). Nota-se que governantes de outras nações, como as citadas anteriormente, tem despertado para essa preocupante situação, com o objetivo de alcançar soluções sustentáveis.

Além disso, devido à substituição dos agregados convencionais por reciclados, propicia a preservação de jazidas minerais, protegendo o meio ambiente. Em locais onde essas jazidas se encontram escassas ou distantes, seu emprego pode aumentar a disponibilidade de matéria-prima (GRUBBA, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

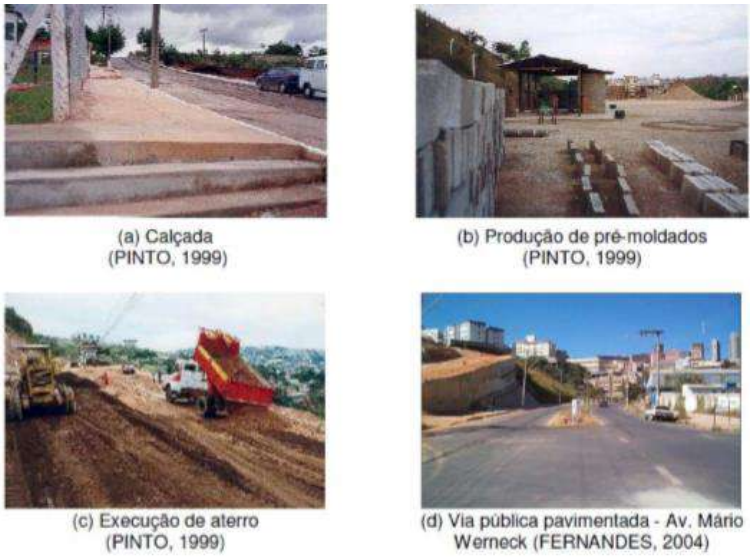
Este tópico visa apresentar as análises e os resultados obtidos com as pesquisas que foram realizadas no decorrer do trabalho. Além disso, surgiu como necessidade também expor resultados originalizados de outros estudos no intuito de contribuir com os julgamentos feitos a respeito do uso dos resíduos da construção civil classe A na pavimentação. Portanto, destacam-se aqui a apresentação e análise dos resultados que foram obtidos.

Um fato preocupante no cenário de nosso país é o baixo índice de reciclagem desses resíduos, sendo que estes são extremamente úteis após reciclados na utilização como agregados, como por exemplo em etapas de pavimentação. Pode-se perceber que no cenário internacional, países como Holanda, Dinamarca, Alemanha e Suíça, entre outros, reutilizam e reciclam entre 50% e 90% dos resíduos de construção e demolição gerados (ANGULO, 2005). Número bastante significante e distante no nosso, que é cerca de 20% (ABRECON, 2015).

4.1 Utilização de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte – MG

Segundo Grubba (2009), a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PMBH) emprega resíduos de construção e demolição na construção de camadas de bases e sub-bases de pavimentos desde 1996. Experiência bemsucedida com este emprego está ocorrendo na cidade de Belo Horizonte, por exemplo, visto que desde 1996 até julho de 2001 foram utilizadas 136.840 toneladas, num total de 271 ruas implantadas e reconstruídas, resultando em aproximadamente 400 km de ruas, segundo a Secretaria de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal (DIAS, 2004). A imagem abaixo representa situações ondem foram aplicados os resíduos da construção, em Belo Horizonte – MG.

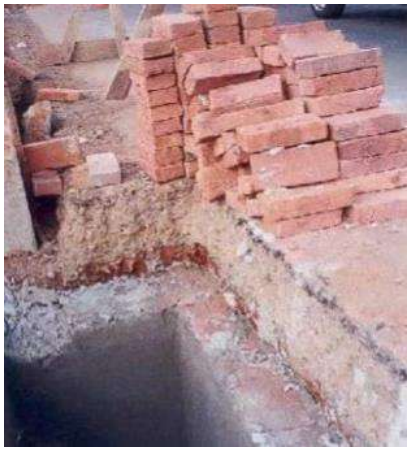
Figura 5 - Emprego de agregados reciclados de RCD em Belo Horizonte.



Fonte: Grubba, 2009.

Em seu trabalho, Pinto (1999) afirma que após um período de alguns meses, as reaberturas de algumas bases onde se utilizou resíduos da construção se apresentaram consolidadas. Já nas bases e agregados naturais, ocorre travamento mecânico entre partículas e desagregação quando há a reabertura. A figura abaixo representa a situação apresentada:

Figura 6 - Corte de um pavimento executado com base de agregados reciclados de RCD em Belo Horizonte.



Fonte: Pinto, 1999.

Em outro caso, ainda em Minas Gerais, foi construída uma pista experimental utilizando os agregados reciclados da construção civil. Grubba (2009) afirma que além dos agregados reciclados, foi feito uma mistura com um solo argiloso em suas camadas de base e sub-base. Mendes et al. (2004) diz que a pista experimental tem 100 metros de comprimento, e de seu comprimento total 50 metros foram construídos com resíduos reciclados.

Após sua construção, a pista havia sido liberada, e sobre ela a atividade do tráfego. Em sua tese de doutorado, Oliveira (2007) afirma que mesmo após um período de dois anos e nove meses, nenhum tipo de defeito foi apresentado sob a estrutura da pista, atestando mais uma vez que o uso dos resíduos reciclados da construção civil se mostrou eficiente.

4.2 Pesquisa Realizada com Empresas de Pavimentação

Com base no objetivo principal do presente trabalho, que é identificar a frequência que as empresas que realizam a pavimentação de rodovias em Cariacica/ES utilizam os resíduos de construção civil classe A, buscamos um método que seria capaz de trazer todas as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho e concluirmos o objetivo final.

O primeiro passo foi acessar o portal da transparência do município, a fim de identificar quais empresas que realizaram alguma obra de pavimentação no intervalo de 2018 a 2020. Com isso, foi possível ter acesso a várias obras e as empresas que a realizaram, então percebemos que existia quase 20 empresas diferentes que prestavam este serviço para a prefeitura do município. Porém, 3 dessas empresas se destacavam pela quantidade elevadas de obras realizadas em relação as demais, sendo eles as empresas: Base Forte Construções, VXE Engenharia e Engevil Engenharia.

Tendo essas informações, o próximo passo foi a elaboração de um questionário destinado a essas empresas que se encontra disponível em anexo, com o intuito de captarmos o máximo de informação possível acerca do processo estudado e de possíveis obras realizadas pelas empresas com este método (utilização dos RCD na pavimentação rodoviária). A partir desta elaboração, o próximo passo foi entrar em contato com as 3 empresas citadas, o que ocorreu com êxito, visto que ambas se prontificaram a ajudar na pesquisa e assim responder nosso questionário.

Foi esperado por um prazo de aproximadamente 3 semanas, pelo fato de demandar um tempo para ser respondido e então foi observado que nenhuma destas empresas tinham respondido o questionário apresentado. A partir disso, a alternativa foi entrar em contato novamente com tais empresas, a fim de saber o motivo pelo qual não foi obtido o retorno esperado e a resposta foi que não responderiam o questionário por falta de tempo ou apenas por falta de interesse por parte das empresas. Isto então deu a entender que algumas empresas utilizam sim este método, até pelo fato de existirem empresas no estado que vendem os resíduos reciclados, porém, por essas empresas participarem frequentemente de licitações públicas, preferem não expor informações sobre seus métodos e funcionamento.

4.3 Análise Real De Custos (Material Convencional X RCD)

Uma análise de custos foi estudada para poder ter uma noção real de quanto se economiza alterando o material convencional pelo RCD já reciclado. Vale ressaltar que o preço do material convencional foi cotado na empresa Ribetti e o do RCD reciclado na empresa Ureserra, ambas ficam localizadas no município de Serra/ES e o preço fornecido já inclui o transporte do material, sendo entregue no município de Cariacica/ES.

Sendo assim, com o intuito de simular um projeto de pavimentação para saber o valor gasto e assim comparar, foi adotada para quesito de exemplo uma área a ser pavimentada de 5.000 m². De acordo com as normas do DNIT 139/2010-ES e 141/2010-ES, que diz que em camadas base e sub-base a espessura da camada compactada não pode ser inferior a 10 cm e nem superior a 20 cm, resolvemos adotar em nosso exemplo uma camada de 15 cm para base e idem para sub-base (BRASIL, 2010b, 2010c).

- Custos com material convencional
  Base de Brita corrida com espessura de 15 cm
  Área de 5.000 m² x 0,15 m = 750 m³

Custo: 135,00 R$/m³
Custo para a base material convencional: 750,00 x 135,00 = R$ 101.250,00
Sub-base de pó pedra com espessura de 15 cm
Área de 5.000 m² x 0,15 m = 750 m³
Custo do agregado: 110,00 R$/m³
Custo para a sub-base material convencional: 750 x 110 = R$ 82.500,00
Pode-se perceber que seria gasto a quantia de R$ 183.750,00 em apenas materiais de base e sub-base, para então ser executado a obra de pavimentação utilizando apenas resíduos convencionais.

- Custos com material de RCD reciclado
  Base de Brita corrida com espessura de 15 cm
  Área de 5.000 m² x 0,15 m = 750 m³
  Custo do agregado: 65,60 R$/m³
  Custo para a base material de RCD: 750 x 65,60 = R$ 49.200,00
  Sub-base de pó pedra com espessura de 15 cm
  Área de 5.000 m² x 0,15 m = 750 m³
  Custo do agregado: 58,50 R$/m³
  Custo para a sub-base material de RCD: 750 x 58,50= R$ 43.875,00
  Percebe-se, então, que seria gasto o valor de R$ 93.075,00 em materiais de base e sub-base, para ser executado a obra de pavimentação utilizando os resíduos de construção civil reciclados.

Tabela 01: Comparativo entre agregados convencionais e RCD reciclados Material

Material	Brita corrida	Pó de pedra	Total
Convencional	R$ 101.250,00	R$ 82.500,00	R$ 183.750,00
RCD reciclado	R$ 49.200,00	R$ 43.875,00	R$ 93.075,00
Diferença	R$ 52.050,00	R$ 38.625,00	R$ 90.675,00
Redução	51,41%	46,82%	49,35%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Ao analisar a tabela acima, pode-se concluir com facilidade que a utilização do método estudado é economicamente viável. Havendo uma diferença de 49,35% do agregado reciclado em relação ao convencional, a obra do exemplo conseguiria economizar uma quantia de R$ 90.675,00 em seu orçamento.

4.4 Proposta de Projeto de Reciclagem de RCD a Prefeitura

Após a análise de variáveis, como custos comparativos ao material reciclado e a utilização de insumos naturais bem como a análise frente à redução de impactos ambientais e a minimização de riscos à saúde humana, o método traria benefícios. Propomos elaboração de trabalhos futuros de um projeto de pavimentação somente com a utilização de RCD no município. Tal projeto teria como intuito principal conseguir pavimentar ruas e ou rodovias do município que não possuem pavimentação, melhorando a mobilidade urbana e gerando novas oportunidades de trabalho.

Interessante seria, por parte da prefeitura, apresentar como requisito obrigatório para as empresas participarem da licitação, a participação em programas de conscientização para utilização dos resíduos da construção civil, nas camadas de base e sub-base da pavimentação. Com isso, realizar inspeções e vistorias em todo o processo da obra a fim de concluir se a empresa se qualificou neste

requisito. Poderia ser garantida, então, uma redução significativa no custo da obra e contribuindo no quesito sustentabilidade.

5. CONCLUSÃO

Foram definidos que os resultados do emprego dos resíduos da construção civil após reciclados apresentam significativo desempenho. Portanto, podem ser substituídos pelos agregados naturais sem prejuízo na qualidade e durabilidade da obra de pavimentação, evitando assim o descarte deste material em locais inapropriados e até mesmo o acúmulo em locais regularizados nos meios urbanos.

Neste estudo também foi possível notar que este método além de ser tecnicamente eficiente, traz outros benefícios como: econômico, social e sustentável. Uma vez que os agregados reciclados custam bem menos que os convencionais, fato que traz uma economia enorme no orçamento da obra. É importante pontuar que a mobilidade urbana do município seria melhor com mais ruas pavimentadas, melhorando a qualidade de vida no local, avançando no quesito sustentabilidade e gerando novos postos de emprego para a população que ali reside.

Entretanto, o objetivo principal desta pesquisa, ou seja, identificar o grau de conhecimento e aplicabilidade da reutilização de RCD em pavimentação por parte de empresas que realizam este trabalho através de licitações a prefeitura, no município de Cariacica/ES, não conseguiu responder alguns questionamentos, uma vez que as pesquisas enviadas para as empresas não tiveram retorno referente a essas aplicações no município, fato que dificultou a obtenção do resultado esperado, demonstrando como é fechado o setor de licitações públicas e dificultando o acesso a esses dados vindo destas fontes.

Sendo Cariacica/ES um município que ainda boa parte das rodovias vicinais ainda não tem acesso a pavimentação, é de grande importância que tenha um incentivo na utilização deste método, pois seu uso em geral ainda é muito difundido. Com isso, é notório a importância da elaboração de um projeto em trabalhos futuros, como proposto no tópico anterior, com a intenção de implantar este método e estabelecer requisitos pela prefeitura municipal para as empresas participantes de licitações.

REFERÊNCIAS

ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Pesquisa setorial 2014/2015**. São Paulo, 2015.

ANDRADE, A., et al. Estimativa da quantidade de RCD produzido em obras de construção de edifícios. *In*: IV Seminário "Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas Aplicações", 05 e 06 de junho de 2001, São Paulo: Universidade de São Paulo. 2001. p. 65-74.

ANGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento Mecânico dos Concretos**. 2005, 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARAÚJO, M. A. *et al*. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**, *[S.l],* ed. 11, v. 10, p. 187-196, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT 137/2010. **Pavimentação: Regularização do subleito - Especificação de Serviço**. Espirito Santo, 2010a.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT 139/2010. **Pavimentação: Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Espírito Santo, 2010b.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT 141/2010. **Pavimentação: Base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Espírito Santo, 2010c.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_307.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde16122004-130717/publico/JoaoFDias.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

FREITAS, F. Z. de., **Estudo de Viabilidade Técnica para uso de Resíduos de Construção e Demolição em camadas de Base e Sub-base de Pavimentos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. [S.l]: Grupo GEN, 2017.

GIL, Antonio Carlos **Métodos e técnicas de pesquisa social /** Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GRUBBA, D. C. R. P. **Estudo do comportamento mecânico de um agregado reciclado de concreto para utilização na construção rodoviária**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-01122009 140152/publico/DCRPG_DISSERTACAO.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

MENDES, T. A. *et al*. Parâmetros de uma pista experimental executada com entulho reciclado. In: 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 2004, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro, v. 19, p. 1-12, 2004.

MOTA, J. A DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM MANAUS: DO CANTEIRO DE OBRAS AO **DESTINO FINAL**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional e Processos Construtivos e Saneamento Urbano) – Instituto de Tecnologia, Universidade federal do Pará, Pará, 2014. Disponível em: < https://www.ppcs.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2014/jeane.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: < https://pt.scribd.com/document/396107494/Gest-Resi-Duos-Solid-Os>. Acesso em: 08 out. 2021.

Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil. **Domtotal**, 2018. Disponível em: <https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-de-residuossolidos-da-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

Resíduo de Construção Civil é usado para pavimentação. **Prefeitura de Francisco Beltrão**, s.d. Disponível em: <https://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/urbanismo/residuo-de-construcao-civile-usado-para-pavimentacao/>. Acesso em: 25 out. 2021.

SANTANA, H. **Manual de pré-misturados a frio**. Rio de Janeiro: IBP/Comissão de Asfalto, 1993.