

APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

PALOMA GOMES MENDES¹, MATEUS SILVA DE ABREU², LUIZ SOARES CORREIA³

¹Graduanda em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, palomagomes.mendes@gmail.com;

²Graduando em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, mateussilva0078.123@gmail.com;

³MsC. em Transportes, PPGT/UNB, Orientador, Prof. Adj. Engenharia, UNIP, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: Este trabalho objetivou pesquisar o processo de utilização dos resíduos sólidos da construção civil e demolição na composição de pavimentação asfáltica, visando analisar a quantidade de agregados substituídos, as características do produto obtido, seu desempenho e os benefícios e malefícios gerados para a construção, economia e meio ambiente. Na metodologia foram utilizados e extraídos dados de quatro experimentos e elaborada uma análise e comparação dos resultados obtidos. Os resultados demonstraram que os pavimentos com resíduos da construção civil em sua composição possuem uma boa qualidade, porém o custo da sua fabricação é maior devido a necessidade da utilização de mais material ligante para compensar a diferença de porosidade entre os resíduos e os agregados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos da construção civil e demolição, pavimentação asfáltica, economia, sustentabilidade.

APPLICATION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN ASPHALT PAVING

ABSTRACT: This work aimed to research the process of using solid waste from civil construction and demolition in the composition of asphalt paving, aiming to analyze the amount of substituted aggregates, the characteristics of the product obtained, its performance and the benefits and harms generated for the construction, economy and environment. In the methodology, data from four experiments were used and extracted and an analysis and comparison of the results obtained was elaborated. The results showed that the floors with construction waste in their composition have a good quality, but the cost of their manufacture is higher due to the need to use more binding material to compensate for the porosity difference between the waste and the aggregates.

KEYWORDS: Waste from construction and demolition, asphalt paving, economy, sustainability.

INTRODUÇÃO

Os pavimentos asfálticos são revestimentos de estradas compostos por quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub-base e solo. Os agregados da sua composição são materiais inertes e devem suportar as tensões do pavimento. O Brasil possui uma extensa malha rodoviária e por isso o pavimento é um elemento de extrema importância econômica para o país, pois proporciona condições de transporte com maior segurança e conforto.

A construção civil apresenta grande potencial para absorver resíduos sólidos, diminuindo assim os impactos negativos causados à população e ao meio ambiente e gerando vantagens para a economia. A aplicação de agregados reciclados na pavimentação asfáltica impulsiona o retorno desse material à construção civil e cria um ciclo com o mínimo de perdas de resíduos possível. Os agregados utilizados na composição dos pavimentos podem ser parcialmente substituídos por resíduos de classe II A. Para reutilização desses resíduos é necessário ter ciência dos materiais que os compõem. Sua classificação deve considerar o tipo de função que eles possuirão, segundo padrões de capacidade de suporte (ISC), expansibilidade e energia de compactação. Eles podem ser aplicados como novo acabamento de concreto asfáltico ou como material granular de base ou sub-base.

Considerando a necessidade de um descarte correto de resíduos da construção civil e a importância de pavimentações asfálticas de boa qualidade nas rodovias brasileiras, faz-se necessário a realização de pesquisas para avaliação da possibilidade de reaproveitamento dos resíduos da construção civil na construção das pavimentações, portanto este trabalho objetiva analisar e comparar resultados de pesquisas que testam a resistência e custo-benefício de pavimentos asfálticos compostos por esses resíduos visando o reconhecimento das vantagens e desvantagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo compreende a análise de pesquisas sobre a utilização de resíduos secos da construção civil na composição das camadas de base e sub-base de pavimentações asfálticas, com o intuito de reduzir a exploração nas jazidas de minério para obtenção de agregados graúdos ou miúdos e reciclar os resíduos da construção civil, evitando o descarte incorreto desse material, que causa diversos problemas ao meio ambiente e à população.

Entre 40% e 70% dos resíduos urbanos são originados nas construções. Grande parte é proveniente do setor informal da construção civil e 50% deles são dispostos irregularmente, o que gera muitas consequências negativas para o meio ambiente e para a população. A construção civil gera de 2 a 3 bilhões de toneladas de resíduos ao ano, é responsável por 50% da geração de gás carbônico e consome entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. Esses dados estão diretamente associados à adoção de estruturas em concreto e revestimentos assentados sobre argamassa de cimento no Brasil. Países da Europa e Estados Unidos que utilizam sistemas construtivos diferentes geram resíduos bastante distintos e a quantidade proveniente da argamassa é consideravelmente menor, porém a quantidade de outros resíduos como o aço, madeira e gesso são maiores.

A utilização de resíduos reciclados da construção civil na fabricação de pavimentações asfálticas pode gerar algumas modificações nos projetos e na execução dos pavimentos, pois as propriedades dos agregados reciclados são diferentes dos agregados convencionais, além de eles não possuírem uma característica constante, deixando claro a importância de um controle tecnológico eficiente e constante para impedir a perda de qualidade e durabilidade do produto e a elevação de seus custos.

Em 2012, os pesquisadores Pérez, Medina e Pasandín realizaram uma pesquisa na qual foram substituídas proporções de 60%, 40% e 20% dos agregados graúdos do concreto asfáltico por agregados oriundos de reciclagem de resíduos da construção civil. Condicionando a testes de resistência, foi concluído que ao substituir 30% da quantidade de agregados por resíduos reciclados, a pavimentação manteve sua resistência, flexibilidade e durabilidade semelhantes as de uma pavimentação construída com agregados convencionais. Já quando foi substituído 60% dos agregados, a pavimentação manteve sua resistência e porosidade normais, porém sua flexibilidade decaiu, devido à necessidade do acréscimo de ligantes na mistura, que a tornou mais rígida e menos duradoura. Substituindo 80% dos agregados, a durabilidade e resistência foram comprometidas devido ao grande acréscimo de ligantes necessário ter tornado a estrutura muito rígida e sem capacidade de suportar a trabalhabilidade oriunda da movimentação dos veículos, gerando rachaduras de 1º e 2º grau no decorrer de suas camadas.

Em uma pesquisa realizada pelos pesquisadores Zhu, Wu e Wang, foram substituídos os agregados miúdos e os materiais de enchimento de misturas asfálticas por agregados de materiais reciclados do concreto. Foram utilizados grãos com diâmetro inferior a 1,8 mm e os agregados graúdos convencionais foram mantidos. Ao substituir até 40% da quantidade total de agregado tradicional, a resistência e a durabilidade da mistura obtida foram semelhantes às de misturas asfálticas fabricadas com agregados convencionais, porém, ao ultrapassar essa porcentagem, a resistência alcançada consistiu em um valor inferior, devido os materiais reciclados não obterem liga suficiente e ser necessário a adição de uma maior quantidade de material ligante na mistura para obtenção de uma boa qualidade.

Em 2003, os pesquisadores Frota, Menta e Nunes realizaram uma pesquisa no Brasil, substituindo os agregados graúdos (seixo) da mistura asfáltica por agregados compostos de resíduos reciclados da construção civil produzidos na cidade de Manaus (AM). Foram fabricadas três misturas com agregados miúdos e ligantes convencionais (areia e cimento Portland) e em uma delas os agregados graúdos utilizados foram os convencionais (seixo) e nas outras duas foram utilizados os

resíduos reciclados da construção civil, em proporções de 50% e 60%. Os resultados evidenciaram que as misturas compostas por agregados reciclados necessitam de uma quantidade maior de materiais ligantes, o que já era esperado devido os agregados reciclados apresentarem uma porosidade maior que os materiais convencionais. O teor ótimo de ligante para a mistura com seixo foi de 5,5%, enquanto para as outras duas misturas foram de 6,4% e 6,5%, respectivamente. A pesquisa evidenciou que a utilização dos resíduos reciclados como parte dos agregados é viável, porém, gera um custo mais elevado em decorrência da maior quantidade de materiais ligantes necessária para manter a qualidade da mistura.

Na 15^o reunião de pavimentação urbana realizada em Salvador no ano de 2008, o pesquisador Ron comparou as características mecânicas e físicas de misturas com agregados compostos por resíduos de construção civil reciclados com misturas compostas por agregados convencionais. Os resultados demonstraram que a utilização de resíduos da construção civil como agregado alternativo em misturas asfálticas apresenta bons resultados, atendendo as especificações das normas na maioria dos aspectos, porém, o teor ótimo obtido foi de 7,6%, valor bastante elevado quando comparado com o teor de misturas compostas por agregados convencionais, gerando custos maiores.

Silva realizou uma pesquisa em 2009 no Brasil, baseando-se na metodologia de Marshall. Foram utilizados quatro projetos de misturas à quente composto por agregados de resíduos de construção e demolição, nas quais comparou-se os resultados da utilização de dois tipos de CAP, 30/45 e 50/70 e duas faixas granulométricas "B" e "C" do DNIT. Os resultados demonstraram que, em virtude das suas propriedades físicas e mecânicas, os resíduos de construção, associados aos ligantes, são adequados para substituição dos agregados naturais em camadas betuminosas de vias urbanas de tráfego leve.

Como toda pesquisa recente, ainda devem ser feitos aprimoramentos das formas de utilização dos agregados compostos por resíduos da construção civil e demolição, pois a quantidade de ligante necessária é alta quando comparada com a quantidade utilizada em pavimentos compostos por agregados convencionais.

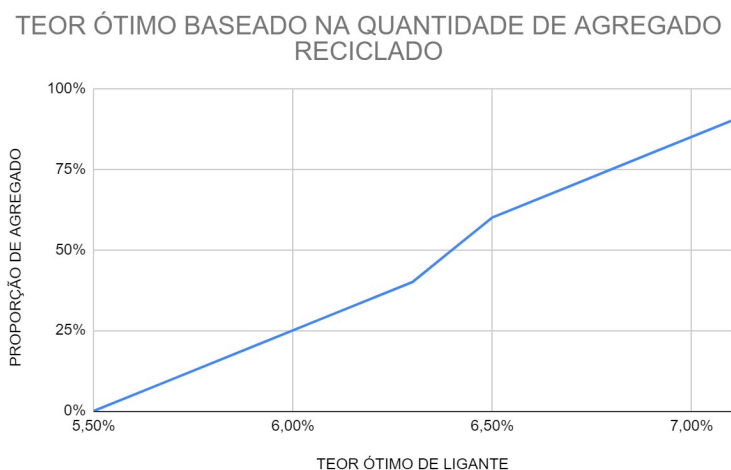
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos, observa-se que a qualidade e durabilidade dos pavimentos compostos por resíduos da construção civil dependem da quantidade do agregado a ser substituído. Os agregados, miúdos ou graúdos não podem ser substituídos em 100% pelos agregados reciclados devido a necessidade de um aumento na quantidade de materiais ligantes. A quantidade substituída pode ser de até 70% do valor total de agregados.

Para calcular a quantidade de agregados a ser utilizada, devem ser analisados o fluxo de veículos que a pavimentação receberá e a tensão suportada pelo pavimento. Rodovias com um fluxo menor de veículos ou com fluxo predominante de veículos leves reagem bem a substituição do agregado natural por agregado reciclado e tem uma durabilidade e qualidade semelhante ao asfalto convencional.

Para utilização de resíduos da construção civil como agregados de pavimentos asfálticos, deve ser analisado se o valor gasto a mais com o material ligante é compensado pela economia com o agregado convencional. Também devem ser considerados os resultados sustentáveis gerados. Os pavimentos asfálticos compostos por resíduos da construção civil e demolição possuem boa qualidade e eficiência e são uma ótima alternativa de redução da extração de matéria-prima das mineradoras e da geração de resíduos da construção civil, colaborando com a sustentabilidade.

Figura 1. Teor ótimo de ligante baseado na quantidade de agregado reciclado



Fonte: Adaptado de FROTA, MENTA, NUNES (2003)

Tabela 1. Teor ótimo de ligante baseado na quantidade de agregado reciclado

Agregado Reciclado	Teor Ótimo de Ligante
0%	5,50%
50%	6,40%
60%	6,50%

Na Tabela 1, a primeira coluna indica a quantidade de agregados reciclados utilizados e a segunda coluna indica a quantidade de material ligante utilizado. O teor ótimo de ligante para a mistura com agregado tradicional foi de 5,5%, enquanto para a mistura com 50% de agregados reciclados foi de 6,4% e para a mistura com 60% de agregados reciclados foi de 6,5%.

Observa-se neste trabalho que a construção de pavimentação asfáltica com o uso de agregados compostos de resíduos da construção civil possui gastos com materiais ligantes mais elevados que com pavimentos compostos por agregados convencionais, devido os materiais reciclados possuírem característica mais porosa. Porém, é gerada uma grande economia com os custos dos agregados, já que ele pode ter até 70% de sua quantidade substituída pelos resíduos.

Este trabalho evidencia que a utilização de materiais reciclados na área da construção civil é um excelente recurso para a implantação do conceito de sustentabilidade no país, que é de extrema importância para a evolução da sociedade.

CONCLUSÃO

A reciclagem de resíduos da construção civil para uso na construção de pavimentação asfáltica contribui consideravelmente com a sustentabilidade, pois reduz a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente e economiza recursos primários, favorecendo tanto o meio ambiente como a economia das empresas envolvidas no processo, além de garantir produtos com resultados satisfatórios.

AGRADECIMENTOS

À faculdade UNIP por proporcionar todo o suporte necessário para os alunos.

REFERÊNCIAS

BAGATINI, Felipe. Resíduos de Construção Civil: Aproveitamento como Base e Sub-base na Pavimentação de Vias Urbanas. Porto Alegre, 2011. 72pg. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira.

- FERREIRA, Icaro Bruno de Jesus. CRUZ, Sidnei da Silva. LIMA, Livia Ramos. Utilização do agregado reciclado de construções e demolições (RCD) na pavimentação: uma revisão bibliográfica. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 12, Vol. 08, pp. 30-48. 2021. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/reciclado-de-construcoes> . Acesso em: 12/08/2022
- FROTA, C. A. MENTA, C. O. NUNES, R. F. G. (2003). Utilização de entulho reciclado em misturas asfálticas para a região de Manaus – AM. In: Reunião de Pavimentação Urbana, 12, Aracaju. Anais: CD-ROM
- J. Zhu, S. Wu, J. Z. D. Wang, Construc. Build. Mater. 29 (2012) 466.
- M. B. Ron, M. D. T. Casagrande, A. C. Vale, M. M. Lopes, J. B. Soares, 15ª Reunião de Pavimentação Urbana, Salvador, BA (2008).
- MOTTA, R. S. Estudo Laboratorial de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil Para Aplicação Em Pavimentação de Baixo Volume de Tráfego. Tese de Mestrado (Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- NATAATMADJA, A.; TAN, YL. Resposta resiliente de agregados rodoviários de concreto reciclado. 2001 - Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-947X%282001%29127%3A5%28450%29> . Acesso em: 12/08/2022
- PASSANDÍN, Ana Maria Rodríguez; PÉREZ, Ignacio. Desempenho de asfalto de mistura a quente envolvendo agregados de concreto reciclado. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327476491_Performance_of_hot-mix_asphalt_involving_recycled_concrete_aggregates . Acesso em: 12/08/2022
- SILVA, Roberto Bernardo da; RODRIGUES, Evaldo Cesar Cavalcante; ZAU, Flavia Garcia; TRINDADE, Gabriela Pereira da. Panorama do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC) – estudo de caso na construção do centro administrativo do distrito federal (CADF).
- SINDUSCON-MG; SENAI-MG. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil. 3º. Ed. Rev. e Aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2008. 72p.
- SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006. 504f. Edição ano 2008.
- TAMURA, J. Y. Análise de misturas solo-agregado reciclados de resíduos sólidos da construção civil, para fins de pavimentação de vias urbanas de baixo volume de tráfego. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.
- TRICHES, G. E KRYCKYJ, P. R. Aproveitamento De Entulho Da Construção Civil Na Pavimentação Urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 4., São José dos Campos, 1999. Anais. São Paulo. ABMS, p. 259-265., 1999.
- L. L. Brasileiro; M. E. Matos. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. 2015 - Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/?lang=pt>. Acesso em 12/08/2022