Volume 4 | Número 6º | Ano 2022 | ISSN 2675-0600

REVISTA ACADÊMICA NOVO MILÊNIO

UTILIZAÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTO INTERTRAVADO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR SOLO BRITA RECICLADO

Amanda de Jesus Rodrigues [1]
Sâmara Raquel Lopes Velásquez [1]
Juliana Nunes Oliveira Pinto [2]

RESUMO

Elaborou-se um trabalho visando um método alternativo para analisar a eficácia da permeabilidade de blocos intertravados com a reutilização de solo brita reciclado pela substituição parcial do agregado miúdo. Dessa forma, nota-se que uma das principais barreiras do setor da construção civil são os altos índices de resíduos gerados por conta dos métodos construtivos utilizados. Contudo, como a intenção que se impera atualmente é a alta produtividade e a redução de desperdícios, empresas estão se posicionando em busca dessa conquista de qualidade, desde pequenos até os grandes empreendimentos. Sendo assim, a pavimentação de blocos intertravados com uso de resíduos da construção civil (RCC), em especial solo brita reciclado, é uma possibilidade técnica e economicamente interessante, não exigindo mão de obra especializada, mas devendo manter a resistência mecânica do material provenientes de canteiros de obras na confecção de blocos de concreto para pavimento intertravado com a substituição parcial do agregado miúdo nas porcentagens de 10%, 20%, 30% do seu traço original, ao objetivar a eficácia de sua permeabilidade por meio de ensaios laboratoriais.

Palavras-chave: Resíduo da construção e demolição. Blocos intertravados. Reutilização

INTRODUÇÃO

Ao analisar a sociedade contemporânea, nota-se que uma das principais barreiras do setor da construção civil são os altos índices de resíduos gerados por conta dos métodos construtivos utilizados. Contudo, como a intenção que se impera, atualmente, é a alta produtividade e a redução de desperdícios, empresas estão se posicionando em busca dessa conquista de qualidade, desde pequenos até os grandes empreendimentos (ZORDAN, 1997).

[1] Acadêmica do 10º período do Curso de Graduação em Engenharia Civil pela Faculdade Novo Milênio e Técnica em edificações.
[2] Física pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Mestra em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e Professora da Faculdade Novo Milênio.

Com isso, observa-se um processo de conscientização ambiental se instalando ao meio de construtoras, uma vez que, o entulho gerado, proveniente de restos de blocos cerâmicos, porcelanatos, argamassa e sacos plásticos são o de maior escala em canteiros de obra, que em muitas situações acabam em locais de descartes incorretos (ZORDAN, 1997).

Assim, a produção de blocos intertravados, com a utilização de solo brita reciclado, pode se tornar uma forma sustentável, viável tecnicamente e ecológica, contribuindo para a redução dos impactos causados pela indústria da construção civil (MULLER; SILVEIRA; NARA 2013).

Em um âmbito geral, a produção de resíduos atua como um ciclo, uma vez que materiais estão sempre envoltos de embalagens, seja para consumos duráveis ou não, desde dejetos residenciais ou industriais o desperdício e a falta de materiais recicláveis se impera a sociedade contemporânea (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001).

A utilização de piso intertravado advém de uma necessidade de se ter vias mais duráveis e que permitissem trânsito rápido em qualquer época do ano, a história relata como peças pré-moldadas eram vistas de outra forma devido a história do primeiro pavimento de superfície durável, no que era o trabalho de colocação de pedras em seu estado natural (GARCIA; ANTUNES; GOBI, 2016).

A fabricação de tijolos com a reutilização de resíduos sólidos originou corpos de prova mais escurecidos, possibilitando a utilização destes para calçamentos, viabilizando um viés estético ao se intercalar cores escuras e claras (FREITAS *et al*, 2020)

À vista disso, com base em resultados elaborados, contempla a eficácia da utilização de resíduos na produção de blocos para pavimentos intertravados e atua também como uma alternativa viável, principalmente para área de grande tráfego de pedestres (SILVA, 2018).

Diante de todos os pontos e análises atribuídas, surge um problema, sobre, como blocos de pavimentos intertravados se comportam em relação a eficácia de sua permeabilidade, com a substituição do agregado miúdo por solo brita reciclado.

Compete a esta pesquisa fundamentar que a permeabilidade de um bloco intertravado se mantém equivalente mesmo com a substituição do agregado miúdo por solo brita reciclado em sua composição de origem.

O sistema de construção do Brasil contribui significativamente para o desenvolvimento do país, sendo um dos principais responsáveis pela evolução da infraestrutura local. Contudo, o constante crescimento da Indústria da Construção atrelado ao o crescimento populacional e o grande aumento de pessoas em centros urbanos se torna uma pauta plausível e necessária para se trazer ao centro das discussões e das questões relativas aos impactos ambientais, desse modo, pesquisas e métodos que explorem formas de se reutilizar solo brita reciclado em materiais já usados em edificações objetivando a proposta para a análise de permeabilidade e sua eficácia em relação a substituição do agregado miúdo pelo resíduo atua como um ponto imprescindível no que relaciona-se a práticas necessárias para com o meio ambiente, reduzindo os impactos causados pela geração de resíduos e sua destinação final.

Diante disso, analisar a eficácia da permeabilidade de blocos Intertravados com a utilização de solo brita reciclado pela substituição parcial do agregado miúdo, torna-se essencial. Este é justamente o objetivo deste estudo, conforme será apresentado adiante.

MÉTODO

A metodologia de pesquisa adotada foi a hipotético-dedutiva e pode ser classificada em Explicativa e Experimental, quanto à natureza da pesquisa. Além disso, quanto à coleta de dados, adotou-se a observação direta com avaliação quantitativa dos resultados e os registros foram obtidos por meio de análise e interpretação de fenômenos controlados em laboratório.

O local de estudo foi elaborado no laboratório da Faculdade Novo Milênio situada na Avenida Santa Leopoldina, 840 - Praia de Itaparica, Vila Velha -, no qual serviu de

apoio para a elaboração de pavimentos intertravados com a substituição parcial do agregado miúdo analisando a eficácia de sua permeabilidade.

Competiu a esse trabalho a norma brasileira ABNT NBR 9781 (2013) “Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio” como base. O estudo foi realizado através de análises de normas e trabalhos referenciais, e a elaboração de amostras de um pavimento intertravado, prezando toda norma e método de execução com adoção parcial do agregado miúdo por solo brita reciclado.

Os critérios de resistência característica à compressão exigida pela NBR 9781 (2013) que consta no anexo A, foi excluído deste trabalho, esta por sua vez desconsidera já de imediato os demais ensaios de resistência mecânica, visto que fora levada em consideração como ponto chave para realização desta pesquisa a análise da sua permeabilidade.

O presente trabalho analisou a permeabilidade de blocos de pavimento intertravado com a substituição parcial do agregado miúdo, através da elaboração de amostras de blocos para pavimento.

De acordo coma NBR 9781 (2013) o chanfro da peça de concreto pode ser reto ou baleado, as arestas das peças devem apresentar-se regulares nas paredes laterais e nas faces superiores e inferiores, referente ao ângulo de inclinação a norma exige que o ângulo das peças deve ser igual a 90º.

Ademais, realizou-se a inspeção visual das arestas e do ângulo de inclinação, uma vez que essa conferência se faz imprescindível para um bom resultado referente a absorção de água, demonstrado nas figuras 1 e 2 abaixo.

FIGURA 1. ANÁLISE VISUAL DA AMOSTRA

Fonte: Autoras, 2021

FIGURA 2. ANÁLISE DE ÂNGULO DA AMOSTRA

Fonte: Autoras, 2021

Conforme a NBR 9781(2013) a amostra das peças de concreto deve apresentar uma absorção de água com valor médio ou igual a 6%, não sendo permitidos valores maiores do que 7% a partir de ensaios realizados.

Visto isso, será considerada alta permeabilidade o corpo de prova que atingir ≤ 6 % absorção de água, não sendo admitido nenhum valor maior do que 7 % (NBR 9781, 2013).

A seleção de materiais para essa pesquisa foi realizada através do traço base e da adoção do resíduo utilizado.

Assim, entre outros optou-se pelo emprego do cimento portland de alta resistência inicial, CP V – ARI, que tem a característica de atingir altas resistências já nos primeiros dias da aplicação; além disso também foi utilizado areia média e pedrisco (ANDREATTA *et al*, 2016).

O resíduo da construção aplicado foi o solo brita reciclado triturado proveniente de restos de piso cerâmico, bloco cerâmico e blocos de concreto triturados (Figura 3).

FIGURA 3. SOLO BRITA RECICLADO

Fonte: Autoras, 2021

Após a coleta o resíduo e a areia foram submetidos ao ensaio para determinação da sua granulometria através do ensaio de peneiramento baseado na NBR NM 248 Agregados - Determinação da composição granulométrica, conforme a figura 4 abaixo.

FIGURA 4. PENEIRAS GRANULOMÉTRICAS

Fonte: Autoras, 2021

O traço adotado foi baseado em um estudo publicado pela revista Tecno-logica da Universidade de Santa cruz do Sul que apresenta proposta de traço para blocos de concreto de pavimento intertravado. Foi empregado o 6A conforme a tabela 1 abaixo, uma vez que priorizamos a permeabilidade das amostras, baseando-se em analises realizadas pela universidade (SCHVAICKARDT; MATTOS, 2018).

TABELA 1. TRAÇO BASE

DETALHAMENTO DO TRAÇO			
Cimento CP V – ARI (g)	**Areia (g)**	**Pedrisco (g)**	**Fator a/c**

1000	3000	1000	0,32

Fonte: Schvaickardt; Mattos, 2018.

A dosagem do resíduo foi distribuída em porcentagem com relação a areia, de acordo com a tabela 2 abaixo.

TABELA 2. QUANTIDADE DE MATERIAL EMPREGADO EM CADA TRAÇO

DOSAGEM DO RESÍDUO				
Amostra (%)	**Resíduo (g)**	**Cimento (g)**	**Areia (g)**	**Fator a/c**
0	0	1000	3000	0,32
10	300	1000	2700	0,32
20	600	1000	2400	0,32

Fonte: Autoras, 2021

O processo de fabricação iniciou manualmente para a incorporação dos agregados, e em sequência foi depositado em um misturador para melhor homogeneização da argamassa de acordo com as figuras 5 e 6 abaixo.

FIGURA 5. MISTURA MANUAL DE MATERIAIS

Fonte: Autoras, 2021

FIGURA 6. MISTURADOR MECÂNICO

Fonte: Autoras, 2021

Logo após a confecção dos traços, foi utilizado como desmoldante óleo diesel queimado e para a vibração foi adotado uma broca adaptada com uma furadeira de acordo com a figura 7.

FIGURA 7. BROCA ADAPTADA EM FURADEIRA DE IMPACTO

Fonte: Autoras, 2021

Para o estudo do pavimento foram utilizadas formas de 200x100x60mm, respeitando a NBR 9781 (2013), ilustrado na figura 8.

FIGURA 8. AMOSTRA NAS FÔRMAS

Fonte: Autoras, 2021

Dessa maneira, após a confecção dos blocos, eles foram por 7 dias reservados até a desforma conforme a figura 9.

FIGURA 9. DESFORMA DAS AMOSTRAS

Fonte: Autores, 2021

Todo o processo para análise e realização da permeabilidade foi baseado integralmente na NBR 9781 (2013) no ensaio descrito no anexo B.

O processo de saturação foi iniciado ao imergir os corpos de prova em água à temperatura de (23 ± 5) °C, por 24 h como pede a NBR 9781 (2013). Ademais, as amostras foram dispostas em uma superfície metálica e secas com pano, conforme a figura 10.

FIGURA 10. AMOSTRAS DISPOSTAS EM SUPERFÍCIE METÁLICA

Fonte: Autoras, 2021

Com isso, cada amostra foi pesada na sua condição saturada, sendo esse procedimento realizado a cada 2h até que o corpo de prova apresente massa superior a 0,5 % em relação ao valor anterior, anotando-se então a sua massa saturada M2.

Posto isso, iniciou-se o processo de secagem das amostras levando os corpos de prova saturados à estufa com temperatura a (110 ± 5) °C, mantendo esta condição por 24h de acordo com a NBR 9781/201, conforme a figura 11.

FIGURA 11. AMOSTRAS NA ESTUFA

Fonte: Autoras, 2021

Esse processo também precisou se repetir até que o corpo de prova apresentasse diferença de massa superior a 0,5 % em relação ao valor anterior, anotando-se então a sua massa seca m1.

Para determinação da absorção de água foram seguidas as prescrições da NBR 9781 (2013). Segundo a norma a porcentagem de absorção é dada pela equação 1.

$$A = \frac{m2-m1}{m1} \times 100 \quad \textbf{(1)}$$

Onde:

A= índice de absorção de água (%)

m1: Massa do bloco seco em estufa (g)

m2: Massa do bloco saturado (g)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dessa forma, foram obtidos os seguintes resultados na tabela abaixo ao se aplicar na equação dada pela NBR 9781 (2013) e realizar o ensaio expresso no anexo B da norma.

TABELA 3. RESULTADOS

RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DAS PESAGENS			
Amostras	Saturada M2 (g)	Seca M1 (g)	%

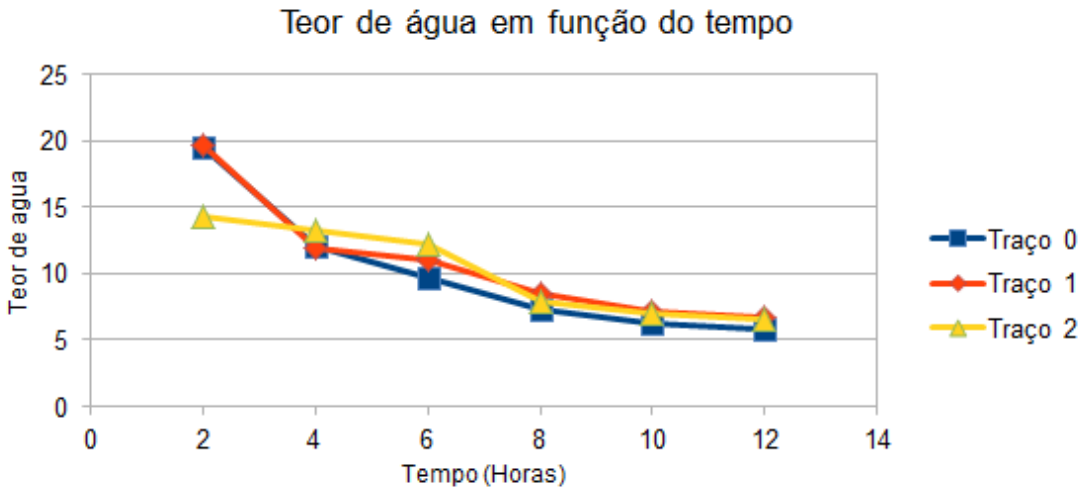
0	2559	2420	5,74
10	2571	2427	5,93
20	2269	2137	6,18

Fonte: Autoras, 2021

Os resultados do ensaio de absorção de água apresentados acima demonstram que o teor de absorção com a utilização do resíduo atendeu as porcentagens exigidas pela norma, no qual a amostra com 10% apresentou -se menor que 6% e a do traço com 20 % de resíduo apresentou um pouco mais que 6%, entretanto não chegando a 7%.

Observa-se, também, que as amostras com mais adição de resíduo apresentam uma maior absorção de água, devido à presença de material cerâmico no solo brita reciclado utilizado, demonstrado no gráfico abaixo.

GRÁFICO 1. TEOR DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO



Fonte: Autoras, 2021

CONCLUSÃO

O estudo realizado nesta pesquisa referente à substituição parcial do agregado miúdo por solo brita reciclado em blocos para pavimentação parte da premissa de que se trata de uma solução sustentável, diante da elevada geração de resíduos na

construção civil. Os resultados indicam que o ensaio de absorção da água apresentou valores dentro do permitido pela norma, indicando uma relação direta entre o índice de absorção com a quantidade de resíduo apresentada, uma vez que há material cerâmico no solo brita reciclado. Dessa forma, se faz uma alternativa viável para o calçamento de vias públicas com intuito de auxiliar uma melhor drenagem urbana.

REFERÊNCIAS

ANDREATA, G.L; VOZINIAK, R; ALVES, M.H; MEDEIROS, A; MEDEIROS, R. Análise da resistência à compressão de concretos produzidos com CP II-F-40 e CP V-ARI *in*: 59º CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 2017, [s/l]. IBRACON, 2017. **Anais**. 2017. p. 1-17. ISSN 2175-8182. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Matheus-Alves7/publication/325527427_Analise_da_resistencia_a_compressao_de_concretos_produzidos_com_CP_II-F-40_e_CP_V
ARI/links/5b1228bfaca2723d997b49e7/Analise-da-resistencia-a-compressao-de-concretos-produzidos-com-CP-II-F-40-e-CP-V-ARI.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** São Paulo - SP. Disponível em:<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/RDC.pdf> Acesso em: 05 Set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781:** Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 26p. Disponível em:< http://salvadorpremoldados.com.br/wp-content/uploads/2016/04/NORMA-ABNT-NBR-9781-PISOS.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248:** Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. p.13. Disponível em:< http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosupload/17827/material/nbr_nm248_2003.pdf>. Acesso em: 01 Out. 2021.

FREITAS, Pablo Virgolino; QUEIROZ, Daniel Pessanha de; ISHIHARA, Júnior Hiroyuki; NETO, Aarão Ferreira Lima; SILVA, Cristiano Antônia da; JUNIOR, Jayron Alves Ribeiro. Gerenciamento de resíduos da construção e demolição em Tucuruí-PA. Brazil journal of development, Curitiba, v.6, n.8, p.62649-62658, ago. 2020. ISSN 2525-8761. Disponível em:< https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/15684/12899>. Acesso em: 01 out. 2021.

GARCIA, Bruno Oliveira; ANTUNES, Maria Lucia; GOBBI, Marcel. Confecção de tijolos a partir da reutilização de resíduos sólidos industriais. **SemEAr**, Rio Claro-SP, n.01, p.71-77, set. 2016. ISSN 2359-1161. Disponível em:< https://igce.rc.unesp.br/Home/Graduacao29/engenhariaambiental/semear/9.-trab.-semear_bruno-garcia.pdf>.Acesso em: 15 Abr. 2021.

MULLER, Adriani Maria; SILVEIRA, Djalma Dias da; NARA, Elpidio Oscar Benitez; KIPPER, Liane Malmann; MORAES, Jorge André Ribas. Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental – REGET, Santa Maria-RS, v.17, n.17, p.3327-3335, dez.2013. ISSN: 2236-1170. Disponível em:< https://www.academia.edu/16922945/UM_OLHAR_EXPLORAT%C3%93RIO_SOBRE_OS_RES%C3%8DDUOS_DE_SERVI%C3%87OS_DE_SA%C3%9ADE_PARA_OS_CURSOS_DA_%C3%81REA_DA_SA%C3%9ADE_NUMA_UNIVERSIDADE_COMUNIT%C3%81RIA_DO_SUL_DO_BRASIL>. Acesso em: 26 Ago. 2021.

SCHVAICKARDT, Charles Miguel; MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. Proposta de traço para blocos de concreto de pavimento intertravado. Tecno-Lógica, v. 22, n. 2, p. 157-166, 2018. ISSN: 1982-6753. Disponível em: <file:///C:/Users/mozilinha%20mozi/Downloads/Proposta_de_traco_para_blocos_de_concreto_de_pavim%20(2).pdf > Acesso 01 de Outubro de 2021.

SILVA, Mayron Rodrigues. Estudo comparativo de custo entre blocos intertravados convencionais e utilizando resíduos de construção civil. 2018. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso)- Centro Universitario Luterano de Palmas. Disponível em; < file:///C:/Users/mozilinha%20mozi/Downloads/document5f908a6a8aa71%20(5).pdf> Acesso em 01 de Outubro de 2021.

ZORDAN, Sérgio Eduardo. A utilização de entulho como agregado, na confecção de concreto. 1997. Dissertação de (Mestrado em engenharia civil) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. 1997. Disponível em:< https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/entulho-como-agregado-concreto.pdf >. Acesso em: 25 ago. 2021.