

# UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO PARA USO EM PAVIMENTO RÍGIDO DE BAIXO FLUXO

MARIA EDUARDA BACO PESSOA<sup>11</sup>  
KÊNIA ARAÚJO DE LIMA SCARIOT<sup>12</sup>  
VINICIUS GONSALES DIAS<sup>13</sup>

**RESUMO:** Os problemas oriundos dos resíduos de construção e demolição sempre estiveram presentes, não só no Brasil como no mundo todo. Não obstante, há alguns anos, vêm chamando atenção, devido à grande quantidade de resíduos gerados, ao potencial de reciclagem e a destinação final. O entulho gerado pela indústria da construção civil tem causado graves impactos negativos, comprometendo não só o equilíbrio do meio ambiente, mas também os princípios econômicos e sociais. No Brasil os problemas decorrentes da destinação inadequada de resíduos sólidos da construção civil e demolição (RCD) vêm se agravando, principalmente nas grandes cidades, com o número elevado de habitantes e construções. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de agregado reciclado para a produção de pavimentos rígidos de baixo fluxo, verificado assim, as propriedades mecânicas e físicas dos concretos, desenvolvidos com diferentes níveis de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado. Desta forma, foi possível observar que os concretos desenvolvidos com adição de 50% de agregado reciclado apresentaram melhor resistência a compressão, do que comparado, estatisticamente do corpo-de-prova do valor referência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimentação; Reciclagem; Sustentabilidade.

## USE OF SOLID CONSTRUCTION WASTE AS AGGREGATE FOR USE IN LOW FLOW RIGID PAVEMENT

**ABSTRACT:** Problems arising from construction and demolition waste have always been present not only in Brazil but throughout the world. However, for some years these have been drawing attention due to the large amount of waste generated, the potential for recycling and final destination. The debris generated by the construction industry has caused serious negative impacts, compromising not only the balance of the environment, but also economic and social principles. In Brazil, the problems arising from the inadequate disposal of solid waste from civil construction and demolition (RCD) have been getting worse, especially in large cities with a high number of inhabitants and buildings. In this sense, the present work aimed to evaluate the use of recycled aggregate for the production of low-flow rigid pavements, thus verifying the mechanical and physical properties of concrete developed with different levels of replacement of natural aggregate by recycled aggregate. In this way, it was possible to observe that the concretes developed with the addition of 50% of recycled aggregate presented better resistance, when compared statistically with the specimen of the reference value.

**KEYWORDS:** Paving; Recycling; Sustainability.

---

<sup>11</sup> Acadêmica de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe-UNIFASIFE. Endereço eletrônico: [engcivilmariaeduarda@gmail.com](mailto:engcivilmariaeduarda@gmail.com)

<sup>12</sup> Professora Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe-UNIFASIFE. Endereço eletrônico: [keniaaraujolina@hotmail.com](mailto:keniaaraujolina@hotmail.com)

<sup>13</sup> Professor Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe-UNIFASIFE. Endereço eletrônico: [viniciusgonsoledias@gmail.com](mailto:viniciusgonsoledias@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A reciclagem dos resíduos gerados pela construção civil é cada vez mais importante para o desenvolvimento sustentável, tanto em funções ambientais quanto econômicas. O seu reaproveitamento está relacionado à diminuição dos impactos ambientais, ocasionados pelo descarte de forma incorreta, minimizando também, o consumo das matérias-primas de origem natural (VOLPATO, 2019).

A produção de quantidades significativas de resíduos de construção civil é um dos principais problemas enfrentados em áreas urbanas, pela falta de destinação correta, afetando assim, os princípios econômicos do meio ambiente. Dentre as possíveis soluções, pode-se citar a redução, reutilização ou reciclagem desses resíduos (CONAMA, 2002).

Dentre os benefícios da reutilização e reciclagem pode-se citar a redução do consumo de matérias para fabricação de insumo na indústria e menor quantidade de entulho que ocupa as áreas de preservação ambiental ou aterros. Estes resíduos podem ser utilizados na fabricação de pavimentos, agregados para a produção de argamassa, cascalhamento de estrada, agregado para concreto, entre outros. Mesmo sendo mais caro o pavimento rígido, se comparado ao asfalto convencional, para utilização em estradas este tipo de concreto possui muitas vantagens como a maior resistência e durabilidade, além de gerar menor custo de manutenção, economia, menor risco de acidentes, e menor temperatura superficial (VOLPATO, 2019).

Em virtude disso, a presente pesquisa abordou os diferentes tipos de resíduos utilizados em pavimentação e suas características, observado o comportamento dos resíduos na camada de rolamento em determinados trechos de baixo fluxo, onde foi realizado a substituição do volume de agregado natural pelo agregado reciclado de Classe A, conforme Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 307 (CONAMA, 2002), verificou-se as propriedades físicas e mecânicas dos concretos produzidos com diferentes níveis de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Pavimentação e Qualidade dos Pavimentos Rodoviário Brasileiro

Logo no início do século XX com o surgimento dos veículos motores, o modal ferroviário perdeu seu lugar de monopólio na área de transportes. A partir desse momento, os investimentos em pavimentação surgiram e o uso do automóvel foi disseminado pelo país, tornando as rodovias sinônimos de desenvolvimento econômico (TORRES, 2005).

Segundo Balbo (2007) pavimento é uma estrutura findável, formada por várias camadas, uma posta sobre a outra. O pavimento é produzido para atender de forma estrutural e operacional o tráfego, de forma que seja durável e com menor custo, levando em conta diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação obrigatórios, o que permite maior proteção no deslocamento e mais segurança em condições de pista úmida e molhada.

Silva Filho (2011) ressalta, que no Brasil as rodovias pavimentadas encontram alguns defeitos recorrentes, como buracos, ondulações, fissuras e trincas. Sendo que, o pavimento executado com asfalto tem vida útil entre 8 e 12 anos, contudo os defeitos estruturais aparecem antes desse tempo, em alguns casos até sete meses depois do término da obra. Na inspeção visual, os defeitos encontrados mais recorrentes foram o afundamento de trilha de roda, trincas e fissuras.

Segundo Bernucci (2010), o pavimento rígido representa menos de 1% da malha rodoviária pavimentada, sendo que esse tipo de pavimentação, apesar dos custos maiores, é uma boa alternativa, pois precisam de menos manutenção e possuem um período de vida útil maior ao do executado no Brasil, que é o pavimento flexível.

A má qualidade dos pavimentos indica o cenário do transporte rodoviário no Brasil e mesmo que pelas rodovias trafeguem 90% dos passageiros e 60% das cargas brasileiras, o setor não recebe o devido investimento. Ainda de acordo com autor, o crescimento da economia brasileira não será efetivo sem uma malha rodoviária de boa qualidade e destaca que o Brasil precisa investir

fortemente em transportes e logísticas para aumentar e variar a matriz de transporte do Brasil (CNT, 2017).

## **2.2 Pavimento de baixo fluxo**

A engenharia das estradas de baixo tráfego tem relação com certos aspectos que se dividem em dois ramos: a avaliação estrutural, ligada aos custos de transportes, tempo de viagem, consumo de combustível, desgaste de pneus e manutenção de veículos e a avaliação funcional ligada à irregularidade superficial e aos limites de velocidade, sendo assim classificado como baixo fluxo o pavimento que possui tráfegos menos intenso, desta maneira enquadrando veículos leves entre carros de passeio e caminhões de carga leve (BRITO, 2011).

Alguns aspectos devem ser considerados na concepção de pavimentos utilizados em estradas de baixo fluxo, bem como a importância da estrada, de modo que o trânsito relacionado com a conservação e reabilitação das estradas, não condicione as estradas de elevada importância. Ainda deve se atentar à orografia, na qual adequa a soluções do pavimento as características do traçado em perfis longitudinais e em planta (FORTUNATO, 2013).

## **2.3 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)**

Com a crescente geração de resíduos sólidos resultantes da construção civil há também o aumento da exigência por soluções mais diversificadas, minimizando os prejuízos ao meio ambiente, além de ser uma alternativa do descarte correto. Uma solução viável para minimizar ou até mesmo resolver os problemas, possibilitando assim, a reinserção desses materiais no processo construtivo com as matéria-prima.

De acordo com Blumenschein (2007), os popularmente conhecidos como entulhos são resíduos sólidos da construção e demolição (RCD) gerados nos canteiros de obras originados a partir de construções novas, reformas, reparos, demolições ou preparação e escavação do terreno.

De acordo com Moreira (2005) para as técnicas de reciclagem há a necessidade de estudos anteriores que consideram parâmetros como a geometria do pavimento, à natureza dos serviços de manutenção necessários durante o período de vida do pavimento, a definição dos materiais a serem reciclados, a espessura de intervenção e a formulação da mistura final dos materiais para aplicar no pavimento.

Segundo Lima e Lima (2009), a fase de caracterização é importante para definir e mensurar os resíduos e assim produzir o planejamento que visa a redução, reutilização, a reciclagem e destino final.

## **2.4 Classificação dos resíduos**

Os resíduos da construção civil possuem diferentes classificações em função das características apresentadas e os processos que lhe deram origem. São aqui apresentadas as classificações estabelecidas, segundo a ABNT (2004) NBR 10.004.

- a) Resíduos classe I – Perigosos;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos;
- c) Resíduos classe II A – Não inertes;
- d) Resíduos classe II B – Inertes.

Já na classificação do Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 307 (CONAMA, 2002) os resíduos da construção civil são designados em quatro classes: A, B, C e D; com base no seu potencial de reciclagem ou reuso. Conforme descrito a seguir:

- Classe A: engloba os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: tijolos, blocos, telhas, argamassa e concreto;
- Classe B: incorpora os resíduos que são recicláveis, mas não para produção de agregados, como papel, plástico, metais, vidros, madeiras, entre outros;
- Classe C: abrange os resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem, como exemplo, os produtos oriundos do gesso;

- Classe D: representa resíduos perigosos, provenientes de processos construtivos. Os principais materiais desta categoria são: tintas, óleos, e aqueles originários de demolições e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais, e etc.

Dessa forma, os resíduos podem ser classificados e avaliados pelas duas normas. Portanto, nesta presente pesquisa será empregado a utilização da classificação do Conselho Nacional do Meio Ambiente N° 307 (CONAMA, 2002). Nestes contextos, os agregados reciclados coletados em obras no município de Sinop-MT, podem ser classificados como classe A.

## **2.5 Aplicação dos RCD na pavimentação**

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o pavimento tem como objetivo atender as funções básicas e por isso deve ser feito, projetado, construído e conservado de forma a alcançar níveis de eficácia. Esses níveis são avaliados por meio de três características gerais de eficiência: a segurança, economia e conforto (manutenção, segurança e operação). Dessa forma, a manutenção do pavimento se dá com o objetivo de manter ou elevar as características gerais de desempenho.

Assim, Fernandes (2004) afirma que a reciclagem de revestimentos asfálticos existentes tem aumentado sua influência, no entanto em alguns países já é uma fonte principal de agregado. Também há a utilização crescente de resíduo de construção civil em locais com falta de agregados pétreos ou mesmo em áreas urbanas que possuam pedreiras, como forma de reduzir os problemas ambientais de disposição destes resíduos. De acordo com Balbo (2007) o Brasil enfrenta uma grande necessidade de infraestrutura urbana, rodoviária, de portos e aeroportos. Assim, discute-se sobre a necessidade do aumento do emprego de materiais alternativos, sobressaindo o uso de agregados, pois atualmente a maioria destes materiais não são utilizados e descartados de formas corretas. O autor destaca que, atualmente, os tipos mais comuns de materiais descartados, adequada ou inadequadamente, são os entulhos de construção civil e demolição, provenientes de obras de edificações e de estrutura de concreto.

Como um dos artificios que podem ser usados para o destino final para os resíduos, estes materiais descartados podem ser acrescentados aos agregados utilizados na pavimentação, como nas camadas de base e sub-base. Contudo, devem passar por um processo de seleção, para que não haja mistura de materiais de qualidade inferior que não tenha resistência significativa, que interfira na vida útil e no funcionamento do pavimento (OLIVEIRA, 2014).

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

A presente pesquisa objetivou identificar o comportamento do material incorporado tais como cacos de tijolos, blocos, concreto e argamassa, com configuração experimental, visando estabelecer parâmetros de misturas dos RCD para pavimento asfáltico. A pesquisa é de natureza qualitativa devido seu caráter classificatório em relação a resistência dos materiais de pavimentação, fazendo-se necessário uma pesquisa bibliográfica e laboratorial. Conforme descrito no organograma apresentado na figura 1, o desenvolvido do presente trabalho seguiu as seguintes etapas:

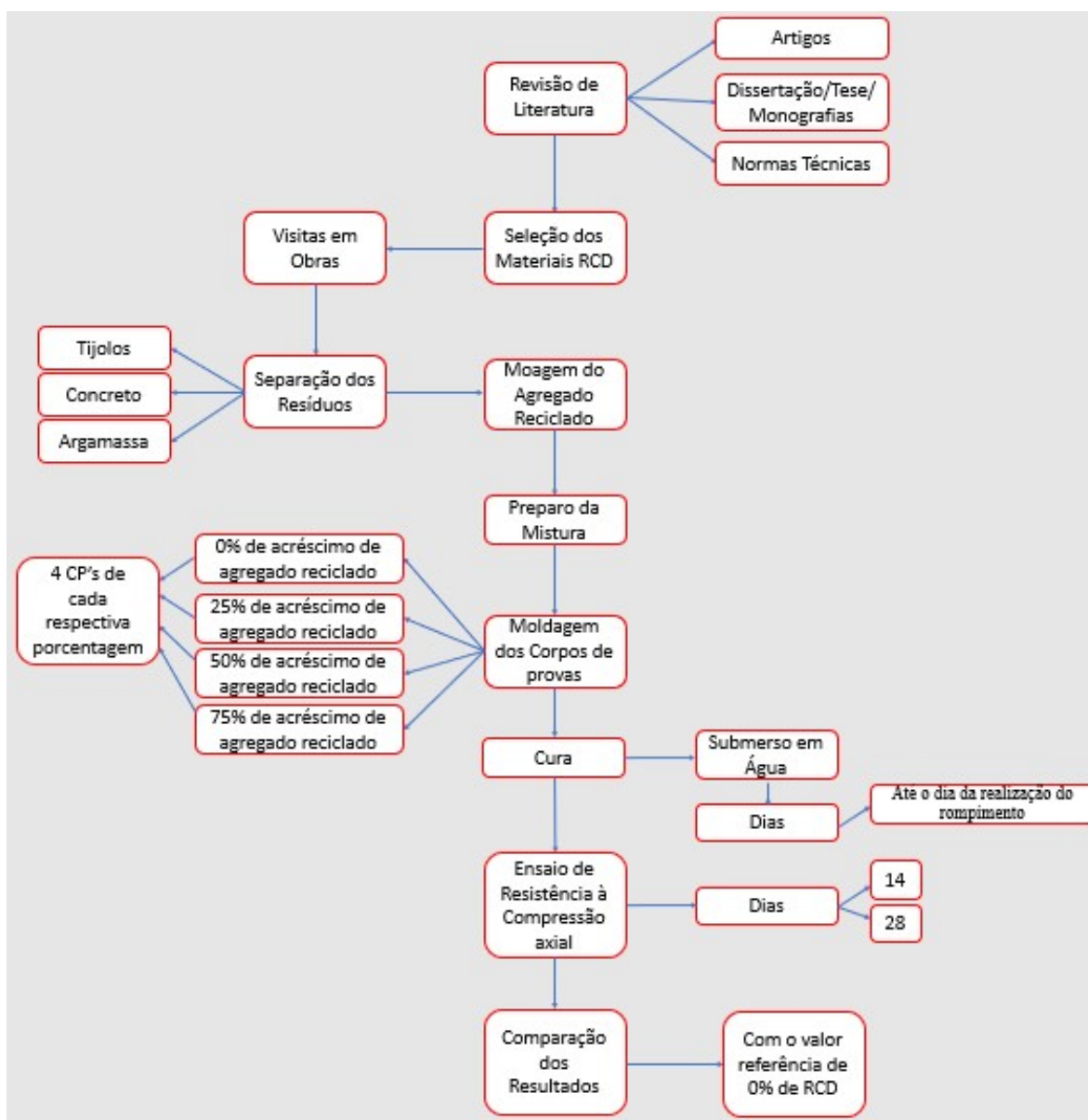


Figura 2 - Organograma dos estudos e ensaios  
Fonte: Própria (2022)

Os agregados sólidos de concreto reciclado, utilizados neste experimento foram oriundos de resíduos de construção e demolição, classificados como resíduos de Classe A (cacos de tijolos, blocos, concreto e argamassa) foram obtidos britados com o auxílio de uma betoneira, com algumas impurezas, tais como restos de ferros, madeiras e plásticos, porém, como granulometria de elevadas dimensões, conforme Conselho Nacional do Meio Ambiente N° 307 (CONAMA, 2002), foram obtidos em obras privadas do município de Sinop-MT.

Para o presente trabalho, foi utilizada a combinação dos materiais comuns (cimento Portland – CP II-Z-32, areia média, brita 19 mm e água).

Para tanto, fundamentou-se na pesquisa desenvolvida por Volpato (2019), o traço de concreto foi estabelecido de acordo com o método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), que utilizou a relação água/cimento de 0,5 para o concreto, dispondo o seguinte traço: 1:2,11:1,11.

Foram avaliadas amostras representadas por corpos-de-prova obtidos com diferentes níveis de substituição de agregados natural graúdo pelo agregado reciclado graúdo, quanto aos tratamentos foram estabelecidos 4 corpos-de-prova de cada porcentagem, utilizando as porcentagens de adição de 0%, 25%, 50% e 75% de agregado reciclado, onde tais porcentagens foram baseadas nos estudos de



Volpato (2019). Ainda foi analisado a absorção por capilaridade a partir de estudos referenciados deste mesmo autor.

Após, a obtenção dos corpos-de-prova, os mesmos passaram por processo de cura úmida, ficaram submerso em água até o dia da realização dos ensaios. As expectativas almejadas é de que a resistência característica à compressão fosse de 35MPa no tempo de 28 dias, onde é um valor de resistência usual para a finalidade de pavimento, baseando-se na pesquisa de Volpato (2019).

Logo após o desmolde e esperado o tempo de cura, o material ensaiado foi submetido ao ensaio de compressão axial, realizado conforme a ABNT (2018) NBR 5739, os corpos-de-prova foram rompidos nos 14 e 28 dias.

Os testes tiveram o propósito de analisar as propriedades dos concretos em relação a resistência à compressão axial para utilização em pavimentos rígidos de baixo fluxo. Para isso tomou como valor referência a porcentagem de 0% de adição de RCD, comparando-se o ganho ou não de resistência compressão, com as respectivas novas adições.

#### 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Propondo alcançar os objetivos propostos, apresentados neste trabalho, foram realizados experimentos para comparar as propriedades físicas e mecânica do concreto produzido com a substituição do agregado graúdo reciclado com as do concreto convencional produzido por agregado graúdo natural, observando-se qual amostra apresentariam melhor resistência para se utilizar em pavimento rígido de baixo fluxo.

##### 4.1 Trabalhabilidade do concreto

Os resultados obtidos no abatimento do concreto tiveram variações relativamente irrelevantes, dentro de cada faixa de RCD acrescentado, fazendo com que as frações de porcentagens de adição de agregado reciclado influenciassem significativamente nos resultados, causando pequena variações no decorrer do acréscimo de RCD.

Logo após realizar todo o procedimento conforme descrito na norma, foi possível obter o valor do abatimento do concreto de cada porcentagem, tais valores podem ser analisados na tabela 1.

Porcentagem (%)	Abatimento do tronco do cone (mm)
Referência	8mm
25%	7mm
50%	5mm
75%	3mm

Tabela 1 – Resultados das resistências à trabalhabilidade do concreto

Fonte: Própria (2022)

Ao ir acrescentando a porcentagem de RCD o concreto começou a perder a trabalhabilidade, com os valores obtidos foi possível verificar que o teste corresponde ou não ao valor especificado, fazendo com que os mesmos estejam dentro do limite de tolerância (35MPa) normativa, podendo ou não aceitar o concreto.

Os valores resultados se deram devido ao método do traço do concreto feito, objetivou-se a resistência e a diferença no abatimento do concreto, todos os resultados obtidos ocasionaram uma diferença de altura do molde de 3 à 5mm para todas as 4 frações.

##### 4.2 Verificação das resistências à compressão simples

Os resultados alcançados na realização do ensaio de compressão simples foram aos 28 dias de idade, na qual foi realizado uma correlação de resultados por regra de três para se obter uma estimativa do valor da resistência que o material teria aos 14 dias, para o traço de concreto referente e com as substituições do agregado natural pelo reciclado, conforme estudos de FIB (2010).

A tabela 2 mostra as resistências à compressão atingidas aos 14 e 28 dias através do ensaio de compressão, para os concretos produzidos com os agregados reciclados, no qual tomando como referência os concretos produzidos com agregado natural, utilizando os valores do CP's com 0% de adição de RCD.

14 dias	
	Média
0%	24,28 MPa
25%	24,68 MPa
50%	25,33 MPa
75%	19,06 MPa
28 dias	
0%	26,93 MPa
25%	27,37 MPa
50%	28,10 MPa
75%	21,14 MPa

Tabela 2 – Resultados das resistências à compressão axial (MPa) aos 14 e 28 dias.  
Fonte: Própria (2022)

Pode-se notar que conforme o acréscimo do agregado reciclado entre as porcentagens de 50% para 75% as resistências diminuíram.

É possível verificar que aos 14 dias não há uma diferença significativa entre os tratamentos estabelecidos, todos apresentaram valores bem próximos do corpo-de-prova de referência, a amostra que apresentou maior diferença foi com 75%, gerando uma diferença de 5,22 MPa, onde a diferença em porcentagem é de 21,49%, quando comparado com a referência. Entretanto, aos 28 dias, a amostra de 50% de substituição de RCD apresentou uma resistência de (28,10MPa), superando o valor referência que teve uma menor resistência que foi de (26,93 MPa), os valores de resistências ficaram abaixo dos estipulados, devido ao material não atingir a resistência mínima permitida pelo DNIT (2005) de 35 MPa.

Nota-se que a resistência à compressão foi reduzida gradualmente, tanto aos 14 quanto aos 28 dias, conforme o acréscimo à porcentagem do agregado reciclado empregado, nota-se que a substituição acima de 75%, a resistência a compressão diminui. Isso se deve pela maior fragilidade do agregado reciclado em comparação ao agregado natural, possuindo uma menor resistência à compressão, podendo apresentar, menor adesão entre a argamassa e sua superfície de contato, ocasionando assim, o rompimento com menor carregamento.

Conforme mostra no gráfico 1, observa-se os comparativos das resistências em relação a porcentagem de RCD, onde pode-se analisar que os valores chegam bem próximo ao da referência, aos 28 dias, se comparado à substituição de 50%, ele ultrapassa a resistência do valor referência, gerando uma diferença de resistência de 1,17 MPa.

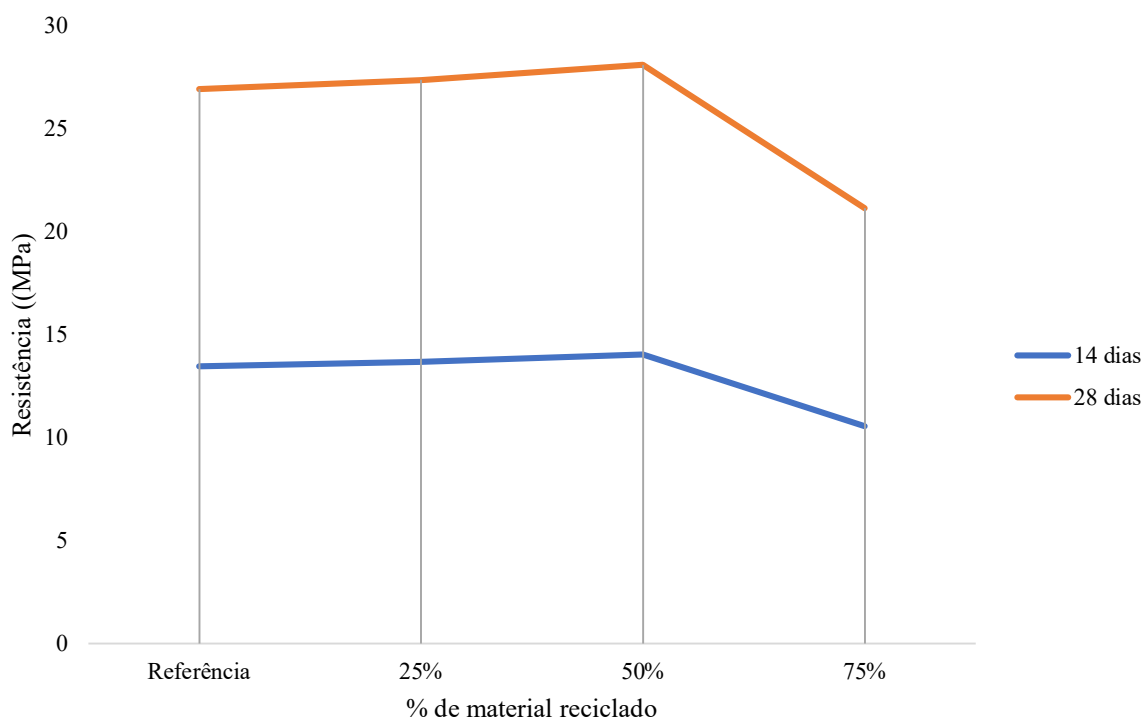


Gráfico 1 – Comparativo das resistências em relação a porcentagem de RCD.  
Fonte: Própria (2022)

Ao comparar os valores encontrados aos 14 e 28 dias pode-se notar que ambas as amostras (14 e 28 dias) o gráfico apresentou uma curva crescente de resistência, onde aconteceu um decréscimo para 75% o que caracteriza que o material perde a resistência, fazendo com que fique frágil. Ainda, como pode verificar os CP's ganharam uma maior resistência aos 28 dias, podendo observar que o ganho de resistência foi com a adição de 50% de substituição de RCD.

#### 4.3 Resultados do ensaio absorção por capilaridade

Para estabelecer a absorção por capilaridade foi utilizado o ensaio conforme a ABNT NBR 9779 (2012). Conforme os resultados estabelecidos por Volpato (2019), os valores médios encontrados no ensaio, podem ser observados na tabela 3, que mostra os resultados obtidos.

Frações	Absorção (g/cm <sup>2</sup> )	Média (g/cm <sup>2</sup> )
Referência	0,76	0,80
	0,83	
25%	1,01	0,79
	0,57	
50%	0,76	0,70
	0,64	
75%	0,95	0,89
	0,83	

Tabela 3 – Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade  
Fonte: Adaptado de Volpato (2019)

Conforme Volpato (2019) pode-se observar que, conforme o acréscimo de agregado reciclado na mistura, a absorção de água aumentaria gradativamente, levando em conta a análise de absorção de água por capilaridade nos corpos-de-prova, podemos notar que as porcentagens de 25% e 50% são as que apresentam uma melhor eficácia na diminuição de absorção de água. Já os níveis de substituição acima de 75%, mostraram ter uma absorção de água maior, tornando-os não viáveis para uso em pavimentos.



Campos (2017) comenta que o aumento na absorção de água por capilaridade em concretos produzidos com agregado reciclado é bem significativo, verificou também que conforme o acréscimo superior a 20% do agregado reciclado na dosagem, proporciona aumentos na absorção de água por capilaridade, tais resultados, são admitidos para a presente pesquisa, visto que a formulação do concreto foi realizada com base na pesquisa de Volpato (2019).

## 5. CONCLUSÃO

Nota-se que nos ensaios de resistência à compressão, os melhores resultados obtidos se deram para 50% de substituição do agregado graúdo natural pelo agregado graúdo reciclado quando comparado ao concreto de referência, motivos no qual isso ocorreu por conta da hidratação retardada do cimento pela água contida nos poros do RCD, melhorando sua resistência. O ensaio de resistência à compressão, é o mais importante quando se trata de concreto para pavimentação, a menor substituição de material reciclado obteve resultados excepcionais, superando o concreto convencional.

Dentre todos os traços analisados no presente trabalho, a perspectiva de visão técnica seria de se obter menor chance de ocorrer manifestações e patologias, portanto, a substituição de 50% seria o melhor traço para o meio ambiente, devido a sua confecção consumir maior adição de agregado, oriundo do RCD, no qual não seriam descartados de forma irregular, sem contar na economia da obra, fazendo com que seja reduzida a compra de agregados naturais, viabilizando o custo.

Os resultados obtidos nesse trabalho demonstram ainda, que a utilização de material diferentes dos convencionais, resultam em comportamento mecânico diferentes da estrutura, a substituição do material requer uma análise profunda, para garantir uma estrutura adequada às necessidades do carregamento que o pavimento irá sofrer.

Os resultados encontrados demonstram que o valor referência apresentou uma menor resistência (26,93 MPa), diferindo, estatisticamente ao nível de substituição de 50% (28,10 MPa), os valores de resistências ficaram abaixo dos estipulados, devido ao material não atingir a resistência mínima permitida pela DNIT (2005) de 35 MPa, não atingindo a resistência devido ter tido interferência ao fator climático e também o material que foi utilizado influenciou diretamente na composição. Portanto, o material não será capaz de suportar os esforços exercidos pelo pavimento, assim, não se faz viável a realização desse tipo de pavimentação com esse traço, mais para ser utilizado como camada subsequente de concreto, camada de sub-base, as resistências encontradas se fazem viáveis para utilização e apresentam uma resistência considerável, podendo assim ser utilizada para essa destinação.

A escolha do tipo de resíduos também está relacionada ao custo que será gerado ao longo da execução e projeto da estrutura, pelo aspecto logístico e pelo aspecto ambiental, em vista disto, se faz necessário pesquisar não apenas sobre qual material apresenta um bom desempenho, mas sobre qual é o mais viável economicamente.

Para trabalhos futuros, sugere-se a mudança no traço do concreto, assim como também fazer a adição de aditivo incorporado na mistura do concreto, para que o material tenha melhores desempenhos, em relação a quantidade de H<sub>2</sub>O, com finalidade de ter o abatimento desejado, além de modificar a substituição do agregado de RCD por outros resíduos da construção civil, indicadas para continuidade e aprofundamento de estudos posteriores.

## REFERÊNCIAS

Agência CNT Transporte Atual, 2017. **Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram.** Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>. Acesso em 16 de setembro de 2021

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. **Pavimentação Asfáltica. Formação Básica para Engenheiros.** Rio de Janeiro, 2008.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico: Gestão de resíduos sólidos em canteiros de Obras.** Brasília, DF: SEBRAE/DF. 2007. 48 p.

BRITO, L. A. T. (2011). "Design Methods for Low Volume Roads". Thesis submitted to the University of Nottingham. Department of Civil Engineering. The University of Nottingham. CEPSA (2010). "Manual de Pavimentação: Capítulo 3 - Dimensionamento de Pavimentos". CAEPSA. Madrid, Outubro de 2022.

CAMPOS, R., S. **Concreto autoadensável produzido com resíduos da construção e demolição: Propriedades mecânicas e reológicas.** 2017. 228f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura, Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUCC, Campinas, 2017.

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. CEB Model code 2010, Thomas Telford, Londres, Inglaterra, 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, Brasília, 2017. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Disponível: [file:///C:/Users/Eduarda/Downloads/Por%20que%20os%20pavimentos%20das%20rodovias%20do%20Brasil%20n%C3%A3o%20duram\\_%20-%20%C3%ADntegra.pdf](file:///C:/Users/Eduarda/Downloads/Por%20que%20os%20pavimentos%20das%20rodovias%20do%20Brasil%20n%C3%A3o%20duram_%20-%20%C3%ADntegra.pdf). Acesso em: 16 de outubro de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.** Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em 26 setembro de 2021.

DNIT. **Manual de pavimentação.** Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006.

FERNANDES, C. G. **Caracterização mecânica de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição dos municípios do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte para uso em pavimentação,** Dissertação (Mestrado) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

FORTUNATO, E., A., E., ANTUNES, M. L., FREIRE, A. C. (2013). “Curso de Estradas de Baixo Volume de Tráfego”. LNEC, Lisboa, Outubro de 2022.

LIMA R.S.; LIMA R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** 1 st ed. Curitiba: CREA-PR; 2009.

MOREIRA, J. P. **Contribuição para a reutilização de material fresado em camadas estruturais de pavimento.** Dissertação (mestrado) - Universidade do Minho. Engenharia Rodoviária. Guimarães, 2005.

NBR 5739, 2018 “**Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndrico**”, Rio de Janeiro, 1994.

NBR 9779, 2012 – **Concreto – Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade.** Rio de Janeiro, 2012.

NBR 10004, 2004 – **Resíduos sólidos – Classificação,** Rio de Janeiro, 2004.

Oliveira, M. D. **Utilização de Resíduos em Pavimentação Rodoviária.** Orientadora: Dra. Luciana Rohde, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Civil, Santa Catarina, 2014.

SILVA FILHO, Augusto Lins e. **Estudo Comparativo de Viabilidade Técnica e Econômica Entre Pavimentos Rígido e Flexível Aplicados a Rodovia BR-408/PE.** Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP, Caruaru, 2011.

TORRES, R. R. **A história das primeiras rodovias pavimentadas.** Estradas, Porto Alegre, ano 5, n.09, nov.2005, p. 64-70.

VOLPATO, S. G. **Utilização de resíduos da construção civil na fabricação de concreto para uso em pavimentação rígido de baixo fluxo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário UNIFASIPE de Sinop-MT, Sinop.