



## UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS

Mariana de Faria Gardingo Diniz (\*), Thais Lopes de Castro, João Marcos Barbosa Brandão de Resende, Gabriela Galdino Mendes

\* Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX - mariana\_gardingo@yahoo.com.br

### RESUMO

A construção de novos edifícios, bem como as atividades da construção civil resultaram em uma quantidade significativa de resíduos de construção e demolição (RCD). A separação dos materiais provenientes da indústria da construção civil e demolição tem grande influência em favorecer o reaproveitamento destes resíduos. Uma das formas de aproveitamento dos resíduos de construção e demolição, consiste na substituição, em pavimentação de vias não pavimentadas. Esta pesquisa centrou-se na análise do uso do RCD como material reciclado aplicado em bases e sub-bases para estruturas de pavimento de estradas vicinais, na cidade de Matipó (MG). Os resultados obtidos afirmam que os resíduos gerados nas obras do município podem ser utilizados como agregado reciclado tendo potencial adequado para ser utilizado em camadas (base e sub-base) de pavimentos de estradas vicinais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da Construção Civil; Sustentabilidade; Pavimentação.

### ABSTRACT

Construction of new buildings as well as construction activities resulted in a significant amount of construction and demolition waste (RCD). The separation of materials from the civil construction and demolition industry has a great influence in favor of the reuse of this waste. One of the ways to use construction and demolition waste is to replace unpaved roads. This research focused on the analysis of the use of RCD as a recycled material applied to the bases and sub-bases for pavement structures of secondary roads in the city of Matipó (MG). The obtained results state that the waste generated in the works of the municipality can be used as a recycled aggregate having adequate potential to be used in layers (base and sub-base) of pavements of vicinal roads.

**KEY WORDS:** Civil Construction Waste; Sustainability; Paving.

### INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas mais antigas da humanidade e desde o início, foi executada gerando como um dos produtos finais uma grande quantidade de resíduos sólidos (GUERRA, 2016).

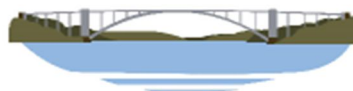
O desenvolvimento das cidades brasileiras aumenta a demanda por obras mais sofisticadas, estradas e novas indústrias; essa demanda acarreta um consumo maior dos recursos naturais e a destinação final desses resíduos é feita normalmente de maneira incorreta, ocasionando problemas sociais e ambientais (GUERRA, 2016).

A construção civil é responsável por aproximadamente 50% dos resíduos gerados na economia e por 75% de todo o resíduo sólido, no Brasil são produzidos 850.000 t/mês de entulhos (CUNHA *et al.*, 2014).

Segundo Ângulo *et al.*, (2004), os resíduos de construção e demolição (RCD), são de maneira geral uma preocupação de pouca relevância no Brasil, diferente da realidade de outros países como EUA, Alemanha e Holanda, onde já existem políticas que privilegiam a compra de produtos ambientalmente sustentáveis. Os autores salientaram que em cidades onde não existem políticas modernas de gerenciamento de RCD, estes são depositados irregularmente pela malha urbana, gerando altos custos socioeconômicos, assoreamento de rios, entupimento de bueiros, degradação de áreas urbanas, entre outros. A remoção desses resíduos depositados irregularmente em locais impróprios custa aos municípios uma quantidade significativa de recursos, os quais poderiam estar sendo direcionados para a criação de melhor infraestrutura para a população em geral (PINTO, 1999)

Com uma produção elevada de resíduos sólidos espera-se um alto reaproveitamento dos mesmos, porém esse assunto ainda é pouco discutido no Brasil. Esse desperdício pode ser proveniente da falta de fiscalização do poder público, seleção dos fornecedores, recebimento e armazenamento (FRAGA, 2006).

Dentre as possíveis alternativas de uso dos agregados reciclados de RCD na atualidade, encontra-se a sua utilização em pavimentação. O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas e espessuras finitas, construída sobre a superfície fina de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima classifica – se tradicionalmente em tipos básicos: rígidos e flexíveis (BERNUCCI, 2012).



## OBJETIVOS

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo principal mensurar a utilização dos resíduos sólidos da construção civil através da quantificação média de resíduos gerados em obras no município de Matipó/MG. Mostrando o aproveitamento e vantagens da utilização do material reciclado na pavimentação de estradas vicinais.

## METODOLOGIA

A metodologia para realização do presente trabalho foi aplicada de modo a conhecer o resíduo sólido oriundo da construção civil produzido na cidade de Matipó/MG durante o ano de 2018, por meio do estudo de obras de construção civis típicas ocorridas na cidade.

Para a estimativa de geração dos resíduos da construção civil no município foram utilizados métodos indiretos. O método indireto foi desenvolvido por Pinto (1999) e leva em consideração a geração de 150 kg de resíduo por cada metro quadrado de área construída.

Os dados sobre a área construída foram obtidos na prefeitura municipal de Matipó/MG. É importante destacar que no método indireto, Marques Neto (2015) considera a média dos últimos quatro anos, afirmando que este dado representa melhor a variação na taxa de geração.

Para o presente estudo foram utilizados os métodos qualitativos e quantitativos. A pesquisa qualitativa de acordo com Lakatos e Marconi (2011, p.198) têm como objetivo: “obter respostas sobre o tema ou problema a investigar”. Os autores afirmam ainda que essas pesquisas “podem-se usar diversas ferramentas, a fim de conseguir informações importantes e valer-se de gravações, anotações, fotos, computadores, para registrar os dados”.

A análise quantitativa se efetua ‘com toda informação numérica resultante da investigação’, que se ‘apresentará como um conjunto de quadros, tabelas e medidas (Lakatos e Marconi, 2011, p.283).

Para estimar o peso do RCD no período utilizamos o cálculo observado na expressão (1):

$$\text{Volume de RCD} = \text{Área} \times 150 \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad (1)$$

Onde:

Volume de RCD = Estimativa anual da geração de RCD

Área = Valor em m<sup>2</sup> de alvarás emitidos pela Prefeitura

150 (kg/m<sup>2</sup>) = coeficiente de perda baseado na teoria de Pinto (1999) referente à geração de resíduos em novas construções, sendo 150 quilogramas por m<sup>2</sup>.

A área de referência escolhida para o presente estudo está localizada na cidade de Matipó-MG, situado na região da Zona da Mata Mineira. De acordo com o censo de 2018 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), sua população é de 18.808 habitantes urbanos e rurais, com uma forte fonte de renda a agropecuária e a cafeicultura.

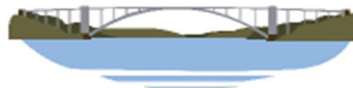
Os dados coletados e os resíduos da construção foram recolhidos em 20 (vinte) obras de construção distribuídas dentro do município cadastradas na prefeitura municipal de Matipó/MG, as obras de reparos, reformas e demolições foram desconsideradas no presente trabalho.

## RESULTADOS

Em conformidade com o levantamento de dados realizados no presente trabalho sobre utilização de resíduos da construção na pavimentação, seguem os gráficos e tabelas demonstrando, comparando e discutindo os resultados obtidos.

**Tabela 1:** Quantidade total de resíduos após o término das obras.

OBRAS	TAMANHO DA OBRA (m <sup>2</sup> )	NÚMERO DE PAVIMENTOS	ÁREA TOTAL DA CONSTRUÇÃO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE TOTAL DE RESÍDUOS (KG)
1	168	3	504	75600
2	450	4	1800	270000
3	510	6	3060	459000
4	180	2	360	54000
5	170	3	510	76500
6	180	2	360	54000
7	180	2	360	54000
8	120	4	480	72000
9	414	6	2484	372600
10	306	3	918	137700
11	100	2	200	30000



12	120	2	240	36000
13	120	3	360	54000
14	117	4	468	70200
15	204	4	816	122400
16	200	2	400	60000
17	352	6	2112	316800
18	80	2	160	24000
19	396	6	2376	356400
20	150	5	750	112500
<b>TOTAL</b>	<b>4517</b>		<b>18718</b>	<b>2807700</b>

Fonte: Autores (2018).

O cálculo do volume total ( $m^3$ ) dos resíduos gerados em cada obra foi obtido através da área total ( $m^2$ ) de cada obra considerando o número de pavimentos multiplicada por 150 kg que é gerado de resíduo por cada metro quadrado de área construída segundo os estudos indiretos de Pinto (1999).

Alguns estudos relatam a importância do uso dos resíduos da construção para pavimentação de estradas vicinais, considerando seu uso em base e sub-base dessa pavimentação, a espessura dessas estruturas (base e sub-base) pode variar sendo a mais utilizada para estradas vicinais a sub-base com 45 cm de espessura e a base com 20 cm de espessura (ABDOU; BERNUCCI; BAGATINI; 2008).

De acordo com os valores obtidos na literatura mencionada acima para pavimentação de 1km de estrada seria necessário 2700 ( $t/m^3$ ) de RCD. Para os resíduos gerados no município pelas obras avaliadas e de acordo com os cálculos referidos a quantidade de resíduos gerados após o término das 20 obras é de 2807,7 ( $t/m^3$ ), sendo suficiente para pavimentar 1,039889 km de estrada vicinal, considerando uma estrada com largura média de 6 metros.

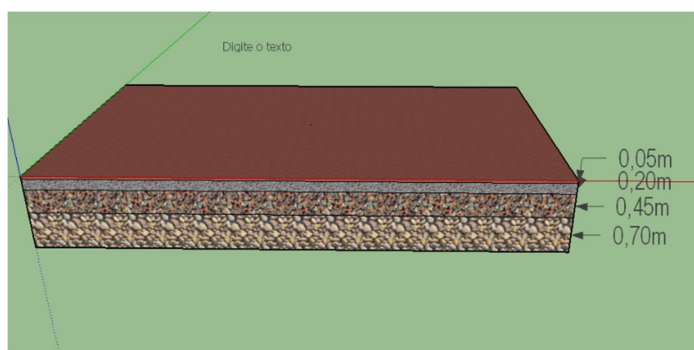


Figura 1: Demonstração de como seria a utilização do RCD em 45 cm de sub-base.

Fonte: Autores (2018).

Em estudos realizados por Castro e Figueiredo (2012), para implantação de projetos de gerenciamento de resíduos na construção civil utilizando os RCD em pavimentação de estradas, estes além de pavimentar e estruturar a via, este tipo de ação consegue promover a redução de custos de produção, aumentar de eficiência e competitividade além de melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público vinculada as questões ambientais.

Durante o desenvolvimento do trabalho as 20 obras cadastradas foram visitadas e nestas foram recolhidos uma média de 3 kg de resíduo em cada construção em andamento na cidade de Matipó (MG), com intuito de determinar os principais tipos de resíduos presentes no entulho.

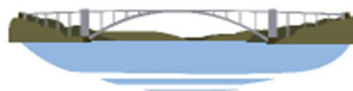


**Figura 2:** Separação dos resíduos em laboratório.  
Fonte: Autores (2018).

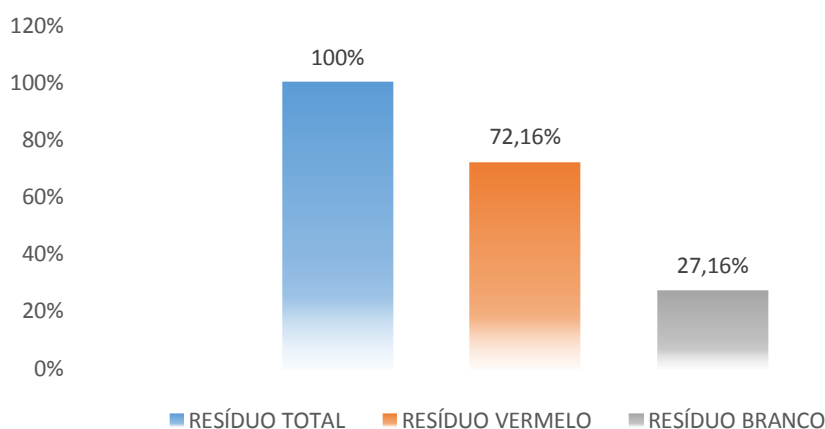


**Figura 3:** Resíduos descartados.  
Fonte: Autores (2018).

Obtivemos o total de 68,129 kg de resíduos, após a separação de resíduos baseados no estudo de Triches e Kryckyj (1999) considerando resíduos vermelhos e resíduos brancos (figura 2) de resíduos que foram descartados (figura 3). Os resíduos vermelhos foi obtido em maior proporção em relação aos resíduos brancos (figura 4).



## CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS



**Figura 4:** Porcentagem de resíduos em sua totalidade, resíduos vermelhos e brancos.  
Fonte: Autores (2018).

Bagatini (2011), em seus estudos relacionando uso de resíduos da construção na pavimentação, conclui que como uma solução de destinação final, estes materiais descartados podem ser incorporados aos agregados utilizados nas camadas de base e sub-base na pavimentação de estradas, devendo obrigatoriamente passar por um prévio processo de seleção, com o objetivo de não haver mistura de materiais considerados de qualidade inferior que possam interferir na vida útil e no perfeito funcionamento do pavimento, considerando ainda que os resíduos vermelhos e brancos são mais indicados para sub-base e base respectivamente, devido as suas diferenças de resistência e absorção de esforços.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos afirmam que os resíduos gerados nas referidas obras podem ser utilizados como agregado reciclado tendo potencial adequado para ser utilizado em camadas (base e sub-base) de pavimentos de estradas vicinais. O emprego dos agregados reciclados na pavimentação não só proporciona uma redução considerável na extração da matéria – prima provenientes de jazidas, como também apresenta soluções para destinação dos resíduos sólidos da construção civil.

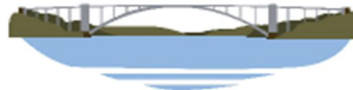
O grande volume de resíduos gerado pelas atividades da construção civil no município, na maioria das vezes, não apresenta uma destinação correta e causa diversos transtornos à sociedade e prejuízos ao meio ambiente.

Com tudo, é de suma importância que se proceda a esclarecimentos sobre o tema junto aos profissionais da construção civil que não foram devidamente treinados ou orientados acerca dos resíduos e de sua gestão.

Considera-se que as empresas do ramo da construção civil deveriam priorizar a gestão de seus resíduos com planejamento que esteja em concordância com a legislação, que promova diminuição do desperdício e destinação adequada dos mesmos. Dentro desta perspectiva sugere-se a elaboração de um projeto, onde seria realizada palestras explicativas entre profissionais da construção civil, estudantes e comunidade de um modo geral para que todos, juntos, se mobilizem no intuito de encontrar soluções possíveis para os resíduos gerados nos canteiros de obras bem como na aplicação desses resíduos na pavimentação na cidade de Matipó e região.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDU, M. R.; BERNUCCI, L. L. BBAGATIN. **Pavimento ecológico: uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades**. 2008.
2. BAGATINI, Felipe. **Resíduos de construção civil: aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, Dezembro/2011.
3. CASTRO, Cristina Xavier de; FIGUEIREDO, Roberto B. de. **Gestão de resíduos na construção civil. Especialização em Construção Civil. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção**. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte: UFMG, 2012.
4. CUNHA, Kelly Cristina; CARVALHO, Matheus Costa. **Reutilização de resíduos liberados nas construções civil**. AEDB, Associação Educacional Dom Bosco, Resende, 2014.
5. DALOSTO, João Augusto Dunck, COLTURATO, Silvio Cesar Oliveira, PASQUALETTO, Antônio. **Estradas vicinais de terra: estudo técnico da rodovia mt-336**. Goiânia, v.13 n.23; p. 2016.



6. FERNANDES, Cinconegui Graça, **Caracterização mecânica de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para uso em pavimentação dos municípios do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, 2004.
7. GUERRA, Fernanda Morand. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção**. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Março/2016.
8. HORTEGAL, Mylane Viana. FERREIRA, Thiago Coelho. SANT'ANA, Walter Canales. **Utilização de agregados resíduos sólidos da construção civil para pavimentação em São Luís – ma**. Pesquisa em Foco, v. 17, n.2, p. 60-74, 2009.
9. LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina De Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.
10. LEITE, Fabiana Conceição. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para emprego em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 198 f, 2007.
11. LEVY, Salomon Mony. **Materiais reciclados na construção civil**. São Paulo: IBRACON, 2007.
12. MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: Rima, 162 p. 2015.
13. OLIVEIRA, Mário José Garrido. **Hierarquização para orientar a manutenção de rodovias não pavimentadas**. São Carlos, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 112p. 2005.
14. PINTO, T. P. et al. Ministério das Cidades. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. v. 1. 196 p. Brasília: Caixa, 2005.
15. SANTANA, V. M. et al. **Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais**. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação, ed. XV. 2011.