

## CARACTERIZAÇÃO DO RCD COMO AGREGADO MIÚDO PARA COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.III-050>

Samara Beatriz da Silva Vieira (\*), Edna Lúcia da Rocha Linhares, Glauco Fonsêca Henriques, Francisca Gizele Bezerra

\* Universidade Federal Rural do Semi-Árido, [samarabeatrizvieira@gmail.com](mailto:samarabeatrizvieira@gmail.com)

### RESUMO

Diante do cenário em que diversos setores industriais que movimentam o PIB no mundo usam dos recursos naturais em grandes proporções, dentro desses está a construção civil, surge a necessidade de implantar práticas sustentáveis. Com isso, o presente trabalho tem como intuito realizar uma comparação entre a areia e o resíduo da construção e demolição (RCD) através de ensaios de caracterização como massa específica, massa unitária e análise granulométrica, a fim de propor uma alternativa de substituição da areia pelo RCD em compósitos cimentícios visando a sustentabilidade. Para isso, foi realizada a coleta do RCD nas construções da cidade de Caraúbas/RN, posteriormente levado a laboratório para o processo de beneficiamento seguindo os parâmetros da NBR 16974, concomitantemente obteve-se a areia, para que em seguida fosse realizado o ensaio de massa específica, massa unitária e análise granulométrica de ambos os materiais. A realização desses procedimentos seguiu as prescrições normativas da NM 52, NM 45 e NM 248, respectivamente. A partir dos ensaios foi possível observar que tanto na massa específica como a massa unitária o RCD apresentou densidade maior com os valores de 2,45 g/cm<sup>3</sup> e 1,60 g/cm<sup>3</sup>, sucessivamente, enquanto a areia possui uma massa específica de 2,14 g/cm<sup>3</sup> e massa unitária de 1,48 g/cm<sup>3</sup>. Além disso, obteve-se o módulo de finura de ambos os materiais, na qual apresentou valores bem próximos, no entanto, o RCD dispõe de um módulo de finura menor com um valor de 2,90, enquanto a areia apresentou 3,07, isso está indica que o RCD apresenta um maior teor de finos quando comparado com a areia. Na análise granulométrica observou-se que tanto a areia como o RCD encontram-se dentro da zona utilizável, o que indica que esses materiais possuem uma granulometria adequada para serem utilizados como agregados miúdos nas argamassas. Portanto, com base nesses resultados pode-se dizer que o RCD, em comparação à areia natural, além de apresentar parâmetros de massa específica, unitária e módulo de finura próximo, apresenta-se melhor posicionado na zona ótima de utilização como agregado miúdo para compósitos cimentícios, o que colabora com o desenvolvimento sustentável da indústria da construção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Argamassa verde, Reutilizar, Resíduos.

### INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial Inglesa tem um papel importante no desenvolvimento da humanidade, trazendo mais velocidade em processos industriais e consequentemente passou-se a absorver mais recursos naturais (Silva, et al., 2019). A partir dessa abordagem, pode-se entender que a indústria da construção civil tem um papel significativo no desenvolvimento econômico de um país ou região, sendo uma grande geradora de resíduos. Devido a isso observou a necessidade de regulação no descarte de resíduos de construção e demolição, para isso o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) criou a Resolução 307/2002, que estabelece critérios e diretrizes para orientar a gestão dos resíduos da construção civil (Freitas et al., 2020).

Com a homologação da Resolução Conama nº 307 (Brasil, 2002), foi definido que grandes geradores públicos e privados deverão implantar um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC), com o objetivo de sua reutilização, reciclagem ou outra destinação ambientalmente correta. No entanto, muitas empresas apenas desenvolveram o PGRCC, mas não aplicaram no dia-a-dia (Miranda, 2017). Apesar disso, a reciclagem de resíduos da construção e demolição (RCD) cresceu nos últimos anos, com a instalação de usinas de reciclagem em várias regiões do país. As primeiras usinas de reciclagem foram implantadas pelas Prefeituras de São Paulo, SP, em 1991; Londrina, PR, em 1993; e Belo Horizonte, MG, em 1994.

De acordo com a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), os resíduos de construção e demolição (RCD) são aqueles gerados em obras de construção civil, incluindo construções, reformas e reparos, além dos resultantes da preparação e escavação de terrenos. Esses resíduos incluem tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros, comumente conhecidos como entulhos de obras, calça ou metralha (Brasil, 2002).

Segundo Freitas et al. (2020), apesar das discussões envolvendo a produção e destinação de resíduos sólidos, estabelecida por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010), que visava a extinção dos lixões no Brasil até 2014, muitos municípios não aderiram a essa prática no período determinado. Os gestores alegam que o prazo de quatro anos era insuficiente para implementar mudanças significativas e que o município não tinha recursos suficientes para essa transformação, embora haja leis ambientais que consideram a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em lixões como crime ambiental desde 1998.

Com a expansão do tema, foi criada a Câmara Ambiental da Indústria da Construção, com a participação do Sindicato da Indústria da Construção de São Paulo (Sinduscon-SP), da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), da Universidade de São Paulo (USP) e outros, com o objetivo de discutir normas técnicas para triagem e reciclagem em nível nacional. A primeira reunião ocorreu em 1998, teve um breve período de descontinuidade e foi reativada em agosto de 2017. Com a formação da Câmara, começaram a ser implantados planos de gerenciamento de resíduos da construção e demolição (RCD) nos canteiros, e normas técnicas foram elaboradas e publicadas pela ABNT a partir de 2004.

No segundo semestre de 2020, foi concluída a revisão da NBR 15116 (ABNT, 2021), publicada em junho de 2021, que introduziu novidades significativas. Permitindo a utilização de agregado reciclado de concreto como substituição parcial do agregado natural na produção de concretos estruturais. A nova norma classifica os resíduos da construção civil nas classes A, B, C e D, permitindo apenas os agregados da classe A no concreto estrutural. Esses agregados devem conter, no mínimo, 90% em massa de fragmentos de cimento Portland e rochas. As subclasses da classe A incluem o Agregado Reciclado de Concreto (Arco), o Agregado Reciclado Cimentício (Arci) e o Agregado Reciclado Misto (ARM), sendo apenas o Arco aceito para concretos estruturais. Além disso, a norma estabelece um teor de substituição de 20% dos agregados convencionais por reciclados em concretos de classes de agressividade I e II (Paulino et al., 2023)

A crescente demanda por recursos não renováveis e a geração de RCD são problemas globais, necessitando de uma solução urgente. Em muitos países já é utilizado normas referentes a fabricação de concretos estruturais com agregados reciclados, contudo, a eficácia dessa prática geralmente depende da capacidade de separar corretamente as diferentes frações dos resíduos. Isso sugere que uma boa gestão e classificação dos materiais recicláveis são essenciais para garantir a qualidade do concreto produzido. Entre os benefícios do reuso dos RCD, se destaca a redução do uso de recursos naturais, a redução dos impactos da construção civil no meio ambiente, a criação de novas cadeias produtivas, o aumento da vida útil dos aterros e a diminuição da disposição irregular (De Brito; Domingues de Figueiredo; John, 2020).

## OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma comparação entre a areia e o resíduo da construção e demolição (RCD) através de ensaios de caracterização como massa específica, massa unitária e análise granulométrica.

## METODOLOGIA

Inicialmente foi feito uma pesquisa bibliográfica acerca da incorporação dos resíduos da construção e demolição (RCD) em argamassas substituindo o agregado miúdo e, posteriormente foi realizada uma coleta do RCD em canteiros de obras ativas na cidade de Caraubas/RN como apresentado na Figura 1.



**Figura 1: Cores do Resíduo da Construção e Demolição. Fonte: Autor do Trabalho.**

Logo após, no laboratório de materiais de construção e processos construtivos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no Campus Caraúbas, o RCD foi triturado no equipamento de abrasão Los Angeles seguindo as recomendações da NBR 16974 (ABNT, 2021) para a obtenção de uma granulometria de agregado miúdo, como apresentado na Figura 2.



Figura 2: Processo de trituração do RCD. Fonte: Autor do Trabalho.

Posteriormente, foram realizados os ensaios de caracterização, tais como massa específica, unitária e análise granulométrica da areia e do RCD. A Figura 3 apresenta os procedimentos realizados no ensaio de massa específica da areia e do RCD com base na NM 52 (ABNT, 2009).

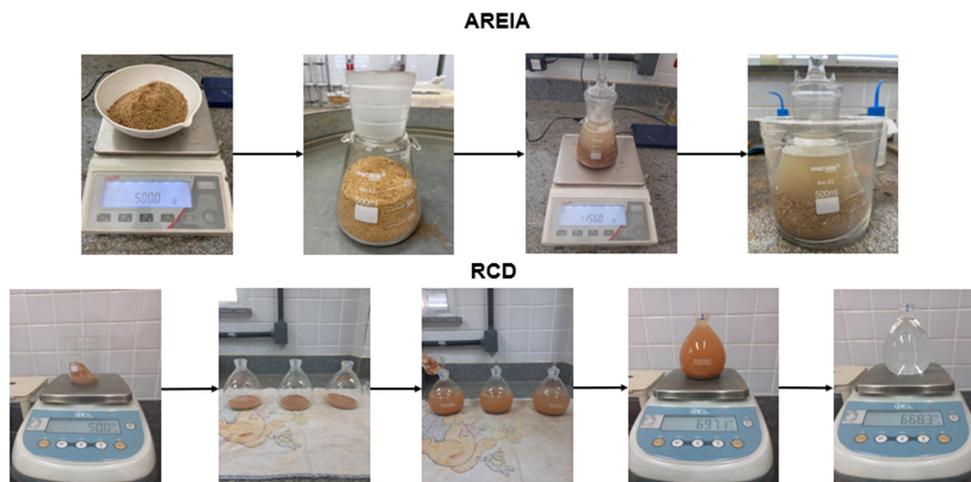


Figura 3: Processo de trituração do RCD. Fonte: Autor do Trabalho.

O ensaio de massa unitária para ambos seguiu os parâmetros normativos da NM 45 (ABNT, 2006). A Figura 4 ilustra o procedimento realizado.

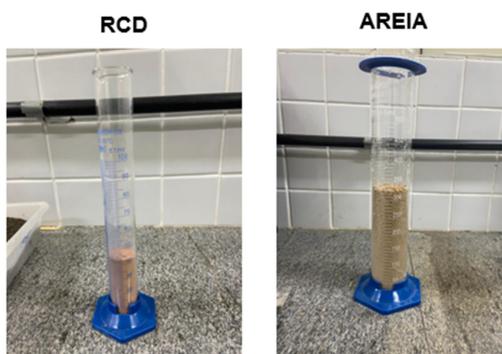


Figura 4: Ensaio de massa unitária da areia e do RCD. Fonte: Autor do Trabalho.

No ensaio de granulometria, foi realizado o mesmo procedimento para a areia e RCD com base na NM 248 (ABNT, 2006). Com isso, é possível calcular também o módulo de finura dos agregados, conforme NBR 7211 (ABNT, 2022). A Figura 5 mostra as partículas retidas em cada peneira para que, posteriormente, seja gerada a curva granulométrica.



Figura 5: Ensaio de granulometria da areia e do RCD. Fonte: Autor do Trabalho.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de massa específica e unitária da areia natural e do RCD, além do módulo de finura.

Tabela 1. Resultados do ensaio de massa específica e massa unitária. Fonte: Autor do trabalho.

AGREGADOS'	ENSAIOS		Módulo de finura
	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	Massa unitária (g/cm <sup>3</sup> )	
Areia	2,14	1,48	3,07
RCD	2,45	1,60	2,90

Como mostra a Tabela 1, o RCD dispõe de uma massa específica e unitária maior quando comparado com a areia, além de um módulo de finura menor, o que indica presença de partículas mais finas.

A Figura 6 e 7 apresenta os resultados acerca da granulometria realizada com a areia natural e do RCD, respectivamente.

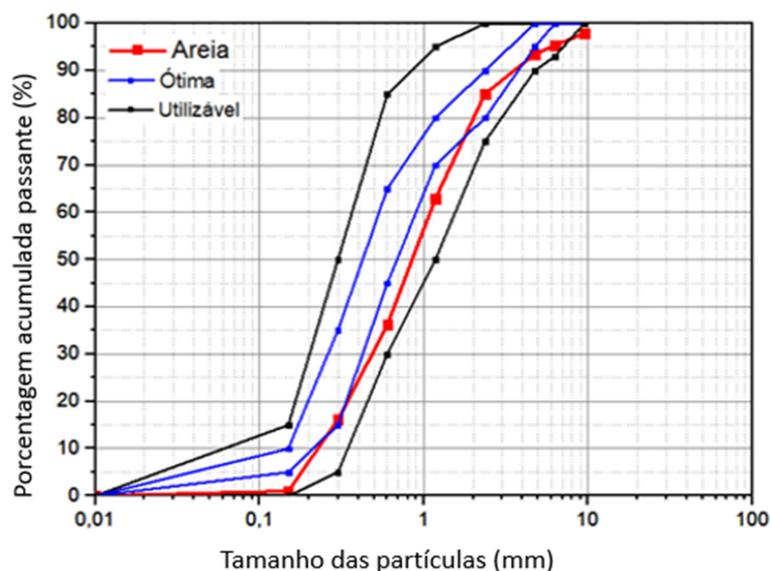


Figura 6: Resultado do ensaio de granulometria da areia. Fonte: Autor do Trabalho.

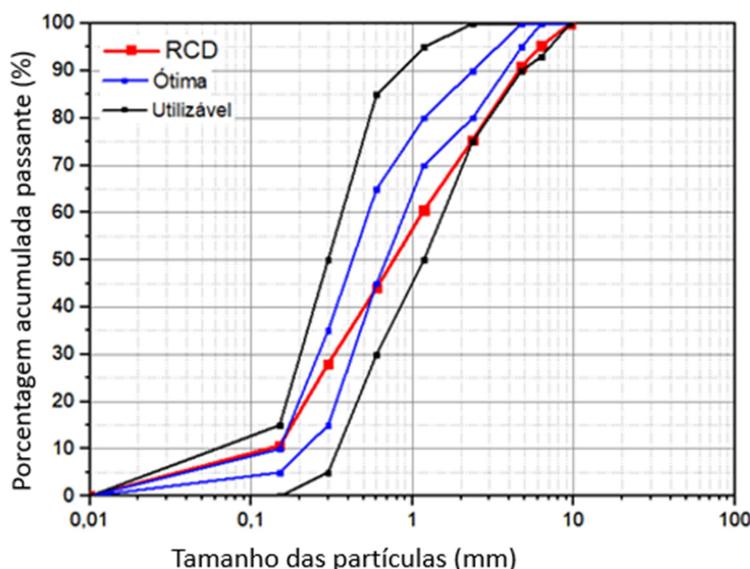


Figura 7: Resultado do ensaio de granulometria do RCD. Fonte: Autor do Trabalho.

É possível observar que tanto a areia como o RCD encontram-se dentro da zona utilizável, o que indica que esses materiais possuem uma granulometria adequada para serem utilizados como agregados miúdos nas argamassas. Nota-se também que o RCD apresentou um maior teor de finos quando comparado com a areia, dado que seu módulo de finura é menor, além da presença de partículas finas na análise granulométrica para o trecho inferior à 0,1mm. Isso pode ser justificado, pois a granulometria da areia foi feita em seu estado natural, da forma como é comprada no mercado, enquanto que, no caso do RCD, foi preciso realizar procedimento de moagem e trituração Los Angeles, o que permite maior controle de sua caracterização final.

Assim, nota-se que, pela análise da granulometria final dos materiais na Figura 6, o RCD, em comparação à areia natural, além de apresentar parâmetros de massa específica, unitária e módulo de finura próximo, apresenta-se melhor posicionado na zona ótima de utilização como agregado miúdo para compósitos cimentícios, o que colabora com o desenvolvimento sustentável da indústria da construção.

## CONCLUSÃO

Com base na análise feita, em termos de caracterização o RCD é uma alternativa viável como agregado miúdo para compósitos cimentícios, pois além da curva granulométrica dispor em maior parte dentro da zona ótima quando comparada com a areia natural, apresenta um maior teor de finos que pode contribuir no preenchimento dos vazios, tornando o compósito final provavelmente mais compacto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- \_\_\_\_\_. **NM 45**: agregados: determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro. ABNT, 2006.
- \_\_\_\_\_. **NM 52**: agregado miúdo: determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro. ABNT, 2009.
- \_\_\_\_\_. **NM 248**: agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. ABNT, 2003.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro 2022. ensaio. Rio de Janeiro 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**: agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland: requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2021.
- BRASIL, **Resolução Conama 307, de 5 de julho de 2002**. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.
- DE BRITO, L.; DOMINGUES DE FIGUEIREDO, A.; JOHN, V. M. **Evaluation of the use of crushed returned concrete as recycled aggregate in ready-mix concrete plant**. Journal of Building Engineering, v. 31, set. 2020.
- FREITAS, Pablo Virgolino et al. **Gerenciamento de resíduos da construção e demolição em Tucuruí-PA**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, 2020.
- MIRANDA, L. F. R et al. **Usina móvel inovadora para reciclagem de RCD**. Revista TÉCNICE, v. 254, n. 1, p. 12-16, 2019.

10. PAULINO, R. S.; LAZARI, C. H.; MIRANDA, L. F. R.; VOGT, V. **Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 83-97, jul./set. 2023. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
11. SILVA, V. P.; HIANES, A. C.; HIANES, A. C.; COSTA, M. M. C.; MOURA, A. G. A. F.; DUARTE, L. C. **Mapeamento de pontos de disposição irregular de resíduos sólidos na Avenida Bernardo Sayão, em Belém – Pará.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 12, dez. 2019.