ESTUDO DE ARGAMASSA DE AREIA RECICLADA PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA

Study of recycled sand mortar for laying masonry

Evandro Júlio da Silva Júnior
Universidade Federal do Pará | Belém, Pará | evandro.junior@itec.ufpa.br

Thayane Gabriela da Silva e Silva
Universidade Federal do Pará | Belém, Pará | thayane.silva@itec.ufpa.br

Jaime Felipe Costa Monteiro Tavares
Universidade Federal do Pará | Belém, Pará | jaime.tavares@itec.ufpa.br

Gabriela Mendes Soeiro
Universidade Federal do Pará | Belém, Pará | gabriela.soeiro@itec.ufpa.br

Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro
Universidade Federal do Pará | Belém, Pará | lucianapc@ufpa.br

Resumo

O setor da construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social de um país. No entanto, é fundamental minimizar os impactos ambientais, desde a extração de recursos naturais até a gestão de resíduos. Esta pesquisa explora a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) na fabricação de argamassa de assentamento, utilizando agregado miúdo reciclado. O objetivo é analisar o comportamento de prismas assentados com essa argamassa, substituindo o agregado natural em teores de 0%, 10%, 20% e 30%. Cinco traços de argamassa foram definidos, variando a porcentagem de agregado reciclado. Os resíduos são provenientes de corpos de prova cimentícios, triturados e peneirados para obtenção da areia reciclada. Os resultados indicam que o uso de agregado miúdo reciclado influencia significativamente as propriedades da argamassa, de acordo com o aumento da substituição. Esta pesquisa busca promover práticas mais sustentáveis na construção civil, incentivando a reciclagem de resíduos e a redução do impacto ambiental.

Palavras-chave: Argamassa de assentamento; Agregado reciclado de concreto; Alvenaria; Materiais alternativos; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The construction sector plays a crucial role in a country's economic and social development. However, it is essential to minimize environmental impacts, from the extraction of natural resources to waste management. This research explores the recycling of construction and demolition waste (CDW) in the manufacture of mortar using recycled aggregate. The aim is to analyze the behavior of prisms laid with this mortar, replacing natural aggregate at levels of 0%, 10%, 20% and 30%. Five mortar designs were defined, varying the percentage of recycled aggregate. The waste came from cementitious test specimens, which were crushed and sieved to obtain recycled sand. The results indicate that the use of recycled fine aggregate significantly influences the properties of the mortar, according to the increase in substitution. This research seeks to promote more sustainable practices in civil construction, encouraging waste recycling and reducing environmental impact.

Keywords: Laying mortar; Recycled concrete aggregate; Masonry; Alternative materials; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

No século atual, a sustentabilidade tem sido uma pauta muito recorrente em todo o mundo, uma das principais preocupações é o destino de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos). Um dos setores que mais produzem resíduos sólidos é a Construção Civil, onde são chamados de RCC (Resíduos de Construção Civil), sendo caracterizados como não degradáveis. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal n° 12.305/2010), os RCC são “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

O processo de reutilização de RCC apresenta vantagens em seu uso, envolvendo questões ambientais e financeiras. Tendo em vista a conservação de recursos naturais, uma vez que o foco é a menor utilização possível de agregados naturais (areia, seixo, britas derivadas de rochas de calcário, granito, basalto). Outra vantagem é a redução da quantidade de RCC em aterros, que é um resíduo inerte e que ocupa um grande volume no espaço. Além disso, cria-se um novo mercado de trabalho destinado às unidades de reciclagem, transbordo e triagem. Para Fonseca (2020, p. 45) tem-se como vantagens “a preservação dos recursos naturais, reduzindo o volume de extração de matérias-primas [...] a redução da poluição gerada pela disposição inadequada do entulho e suas consequências negativas como poluição do solo, enchentes, assoreamento de rios e córregos, entre outros [...] a economia na aquisição de matéria-prima, devido à substituição de materiais convencionais por materiais reciclados.”

Assim, notou-se a necessidade de utilizar esse material como uma opção de agregado para argamassas de assentamento seguindo os parâmetros normativos para avaliar se o material atende as propriedades necessárias para ser utilizado no setor da construção civil. Portanto, o objetivo deste trabalho investigar o comportamento físico-mecânico de argamassas para assentamento de alvenaria com diferentes teores de substituição (0%, 10%, 20% e 30%) por agregado miúdo reciclado, por meio de ensaios em estado fresco e endurecido, visando contribuir para a sustentabilidade na construção civil.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

Utilizou-se nesta pesquisa, cimento Portland CP II F-32, caracterizado conforme a NBR 16697 (ABNT, 2018) e massa específica determinada pela NBR NM 23 (ABNT, 2005), sendo concomitantemente de 3,07 g/cm³. O agregado miúdo natural é um material de origem quartzosa, comercialmente disponível na região metropolitana de Belém, de massa específica de 2,62 g/cm³, valor comumente encontrado para areias da região, e suas demais características físicas apresentadas na Tabela 1, que o enquadra na zona utilizável segundo a NBR 7211 (ABNT, 2005).

Tabela 1: Características físicas

	Areia Natural	Areia Reciclada
MF	2,88	3,92
DMC	2,4 mm	1,2 mm
ME	2,62 g/cm³	2,41 g/cm³
MU	1,61 g/cm³	1,04 g/cm³

*MF: módulo de finura, DMC: dimensão máxima característica, ME: massa específica, UM: massa unitária.

Fonte: Autores 2025

O agregado miúdo reciclado de concreto provém de corpos de prova de concreto feitos com brita e alcance de resistência no intervalo de 20 MPa a 40 MPa que tenham sido descartados em ensaios de pesquisa ‘de prova, os mesmos foram britados utilizando um britador mandíbula para atingir a granulometria ideal para ser utilizado como agregado miúdo, foi peneirado na peneira de 4,75 mm e apenas o material passante foi utilizado, apresentando massa específica de 2,41 g/cm³, apresentada com suas demais características físicas na Tabela 1.

2.2 MÉTODOS

Para a execução dos traços de bancadas, foi fixada a quantidade de areia e cimento na proporção de 1:6 e a água foi definida por tentativa e erro até que atingisse a consistência definida, sendo 260 mm ± 20 mm. Os traços foram feitos com a proporção de cimento e areia fixados, respectivamente 160g e 960g. A ordem dos traços feitos em bancada seguiu a seguinte ordem: Misturou-se o cimento a quantidade de areia e foi adicionando água à mistura até que a argamassa estivesse estabilizada e após isso foi adicionada areia

reciclada, adotou-se esse padrão de mistura para tentar evitar excessiva perda de água para o agregado de RCC e o passo seguinte foi adicionar água até que a mistura estivesse estabilizada e pronta para o ensaio de consistência.

Misturou-se o cimento a quantidade de areia e foi adicionando água à mistura até que a argamassa estivesse estabilizada e após isso foi adicionada areia reciclada, adotou-se esse padrão de mistura para tentar evitar excessiva perda de água para o agregado de RCC e o passo seguinte foi adicionar água até que a mistura estivesse estabilizada e pronta para o ensaio de consistência.

Os ensaios realizados no estado fresco, estado endurecido e suas respectivas normas técnicas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Ensaios realizados

Estado	Ensaio	Norma Técnica
Fresco	Consistência	ABNT NBR 13276:2016
	Densidade de massa	ABNT NBR 13278:2005
Endurecido	Resistência à tração na flexão e à compressão	ABNT NBR 13279:2005
	Absorção por capilaridade	ABNT NBR 15259:2005

Fonte: Autores 2025

Para as análises no estado fresco, foram avaliados os índices de consistência das argamassas, coesão e ainda o seu tempo em aberto, por se tratar de uma argamassa convencional e não industrializada, que comumente, são mais usadas. Nesta etapa optou-se por não fazer a pré-molhagem do agregado, tendo em vista que ele absorve mais água do que o agregado natural, para que pudesse ser trabalhado no seu estado mais crítico.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 EFEITO DO RCC NO ESTADO FRESCO DAS ARGAMASSAS

Todos os traços apresentaram significativa redução da consistência quando analisadas no tempo 0 (imediatamente após atingir o valor de referência) e nos tempos de 15 minutos e 30 minutos após a medição de referência com os resultados obtidos na Tabela 3 e seu percentual de redução na consistência apresentado na Tabela 4 e na Figura 1, que se encontra abaixo. Para todos os traços, as argamassas apresentaram estabilidade no tempo 0 de referência, entretanto, ao se analisar o tempo de 15 minutos em aberto, notou-se que as argamassas de referência e com teor de 10% de RCC se mantiveram estáveis e com coesão, enquanto as argamassas com 20% e 30% de RCC apresentaram exsudação e segregação dos agregados na argamassa e ao analisar o tempo de 30 minutos em aberto, as argamassas de referência e 10% apresentaram exsudação e pouca segregação, enquanto que nos traços com teores mais altos, a segregação se tornou mais aparente e a exsudação quase não se alterou. Isso pode ser explicado pela alta capacidade do agregado de RCC absorver água, puxando para si, com o passar do tempo, uma maior quantidade de água da mistura.

Tabela 3: Resultados médios de consistência por percentual de substituição

Tempo (Min)	Consistência (mm)			
	Ref	10%	20%	30%
0	260,0	263,0	255,0	259,0
15	225,0	205,0	206,0	190,0
30	195,0	186,3	180,0	179,0

Fonte: Autores 2025

Tabela 4: Porcentagem de redução de consistência após tempo em aberto

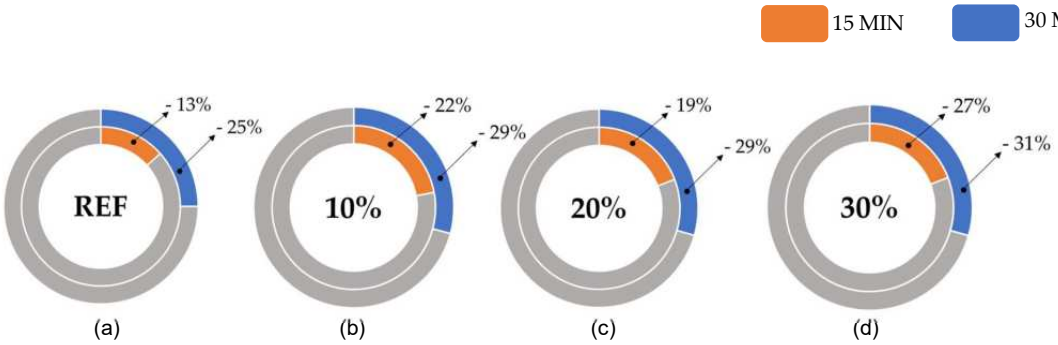
Tempo (Min)	Redução de Consistência (%)			
	Ref	10%	20%	30%
15	13	22	19	26
30	25	29	29	31

Fonte: Autores 2025

Ao avaliar a densidade dos traços de bancada, os resultados mostraram que a argamassa apresentou menor densidade à medida que o teor de RCC foi inserido na mistura e com seus resultados apresentados na Tabela

5. Essa crescente redução de densidade é explicada com a menor densidade do agregado reciclado (2,41 g/cm³) em relação ao natural (2,62 g/cm³).

Figura 1: Comparativo de redução de consistência com o passar do tempo: (a) Argamassa referência, (b) 10% RCC, (c) 20% RCC e (d) 30% RCC



Fonte: Autores 2025

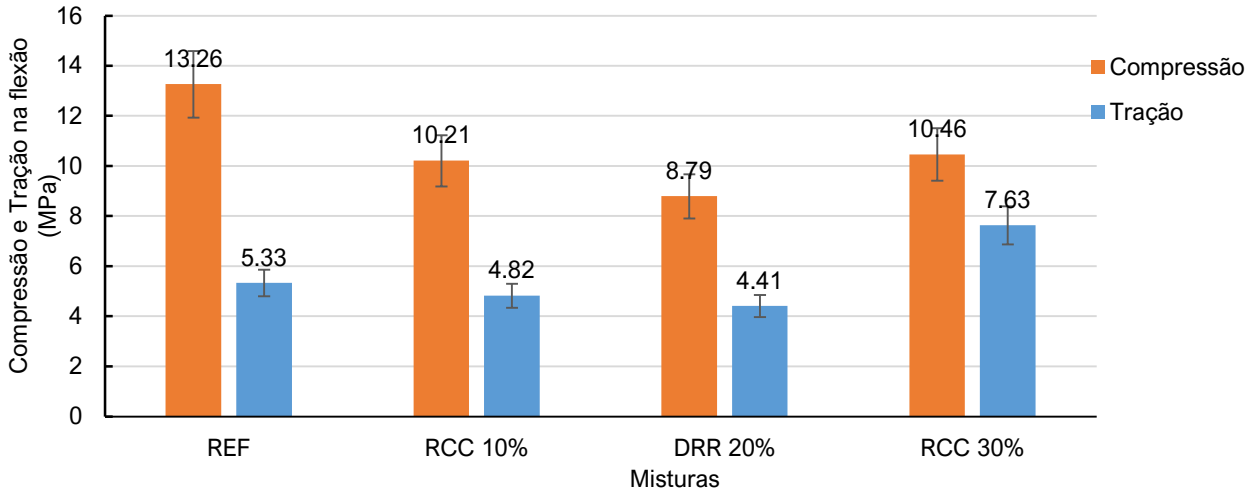
Tabela 5: Densidade no estado fresco

Densidade (g/cm³)	Teor de Substituição			
	Ref	10%	20%	30%
	2,098	2,084	2,067	2,044

3.2 EFEITO DO RCC NO ESTADO ENDURECIDO DAS ARGAMASSAS

Os resultados das resistências à tração na flexão e compressão estão na Figura 2.

Figura 2: Comparativo de Variação de Resistência Média à Tração na Flexão e Compressão



Fonte: Autores 2025

Os ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão mostram que a capacidade de carga suportada pelos corpos de prova diminui em função do aumento de RCC, com exceção do traço de 30% que mostrou resultados superiores aos demais traços em ambos os ensaios, podendo ser justificado devido ao melhor empacotamento das partículas devido a forma e distribuição granulométrica (Silva Neto *et al.,* 2020). É conhecido que a grande porosidade e absorção dos agregados reciclados tendem a reduzir o valor da relação água-cimento efetiva que pode aumentar a resistência a compressão (Silva Neto *et al.,* 2022). Dentre esses fatores, tem-se que região ao qual a UFPA está localizada é uma região com um clima quente, com temperaturas acima de 30°C, facilitando a evaporação da água do interior da mistura.

A análise da absorção de água por capilaridade (Tabela 6) apontou que quanto mais elevada a adição do material, menor sua absorção, indicando que a utilização do material reduz a absorção de água na argamassa no estado endurecido quando comparado com a argamassa de areia natural. Seus coeficientes de capilaridade, assim como na absorção, diminuem conforme a presença do RCC, o que comprova e torna

coerente a menor absorção em função da capilaridade dos corpos de prova, na Tabela 6 podemos ver o resultado das médias de absorção e coeficientes de absorção dos traços de argamassa.

Tabela 6: Porcentagem de redução de consistência após tempo em aberto

Absorção	Teor de substituição			
	Ref	10%	20%	30%
A10	0,145	0,019	0,035	0,021
A90	0,260	0,060	0,052	0,045
Coeficiente de Capilaridade	1,833	0,533	0,470	0,133

Fonte: Autores 2025

4 CONCLUSÃO

Ao avaliar argamassas com areia natural e argamassas feitas com substituição parcial ou integral por areia reciclada, notou-se a viabilidade de substituição, haja vista que atendem as normas pré-estabelecidas para um bom funcionamento, levando em consideração a trabalhabilidade no estado fresco e as resistências das argamassas no estado endurecido. Acerca do que foi discutido no presente estudo, é possível concluir que a substituição parcial de agregado miúdo por material reciclado proveniente de RCC apresenta potencial significativo para a construção civil, principalmente quando se fala em sustentabilidade. Os resultados obtidos indicam que a utilização de agregado miúdo reciclado influencia positivamente a durabilidade e resistência da argamassa, conforme aumenta a substituição desse agregado. Portanto, a reciclagem de resíduos de construção civil para a produção de argamassa pode ser uma alternativa viável e benéfica, contribuindo para a redução do impacto ambiental dos resíduos de construção civil. No entanto, é preciso ter cautela, pois o agregado proveniente de RCC possui alta capacidade de absorção de água, além de uma maior dificuldade na hora de ser trabalhado, o que demanda atenção a nível laboratorial em seu uso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 16972: Agregados - Determinação da massa unitária e índice de vazios, Rio de Janeiro, 2021.

____. NBR 9776 Agregados - Determinação da massa específica e da massa específica aparente, Rio de Janeiro, 2003.

____. NBR 17054: Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2005.

____. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência, Rio de Janeiro, 2016.

____. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado, Rio de Janeiro, 2005.

____. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade, Rio de Janeiro, 2005.

____. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, Rio de Janeiro, 2005.

FONSECA, J. L. G. Estudo da Gestão e principais aplicações dos Resíduos da Construção Civil (RCC). 2020. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22869

FARIAS GUIMARÃES, T. C. *et al.* Avaliação do uso de areia reciclada proveniente de resíduo da construção civil para produção de argamassas de assentamento e de revestimento. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 45993-46015, 2021. doi: https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29471

PIMENTEL, L. L. *et al.* Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil–Avaliação de características físicas e mecânicas. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 23, n. 1, p. e-11969, 2018. doi: https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0305

PIMENTEL, Lia Lorena *et al.* Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil–Avaliação de características físicas e mecânicas. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 23, p. e-11969, 2018.

SILVA NETO, G. A.; *et al.,* Influence of Heterogeneity, Typology, and Contaminants of Recycled Aggregates on the Properties of Concrete. **Open Construction Building Technology Journal**, Belo Horizonte, MG, v. 14, dez. 2020. doi: https//doi.org/:10.2174/1874836802014010382.

SILVA NETO, G. A.; *et al.,* Effect of different fine recycled aggregates and superplasticizer on microconcretes' performance. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, Belo Horizonte, MG, n. 49, mai. 2022. doi: https://doi.org/10.1007/s41024-022-00192-z.