

PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Patrícia dos Santos Andrade
patriciadossantosandrade@gmail.com

Juliane Santos Souza
juliane.souza@fatecba.edu.br

Ingrid Souza Silva Scavela
scavela.i@gmail.com

Maghil Moreira da Silva
Maghil.moreira12@gmail.com

RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais contribuem negativamente com os impactos ambientais, devido a utilização em grande escala de matérias-primas não renováveis que são utilizadas em seus processos produtivos. Nesse sentido, percebe-se a importância de se buscar destinações mais adequadas para os resíduos de construção e demolição, assim como alternativas mais sustentáveis para a redução do consumo de recursos naturais pelo setor da construção civil. Com base nisso, esse trabalho propõe uma revisão bibliográfica com o objetivo de avaliar as propriedades e a viabilidade do uso de agregado reciclado (AR) de resíduos da construção e demolição (RCD) na produção de argamassas. Os agregados reciclados, em geral, utilizando até 50% de substituição apresentaram resultados satisfatórios para as propriedades estudadas, apesar de verificar que houve perda de trabalhabilidade, sendo necessário aumentar a relação água/cimento utilizada nos traços, sendo assim, se torna viável o uso de AR na argamassa.

Palavras-chave: Reciclagem; Agregados; Resíduos de construção e demolição; Construção civil.

ABSTRACT

Civil construction is one of the sectors that most contributes negatively to environmental impacts, due to the large-scale use of non-renewable raw materials that are used in its production processes. In this sense, we realize the importance of seeking more appropriate destinations for construction and demolition waste, as well as more sustainable alternatives to reduce the consumption of natural resources by the construction sector. Based on this, this paper proposes a literature review to evaluate the properties and feasibility of using recycled aggregate (RA) from construction and demolition waste (CDW) in the production of mortars. The recycled aggregates, in general, using up to 50% of substitution presented satisfactory results for the properties studied, despite the fact that there was a loss of workability, being necessary to increase the water/cement ratio used in the mixtures, thus, it becomes feasible to use RA in mortar.

Keywords: Recycling; Aggregates; Construction and Demolition Waste; Construction.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais contribuem para a geração de impactos ambientais, devido a utilização em grande escala de matérias-primas não renováveis que são utilizadas em seus processos produtivos. Associado a isso, o setor da construção gera uma quantidade significativa de resíduos, que segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2020 foi coletado cerca de 47 milhões de toneladas desse material.

Quanto à composição dos resíduos provenientes de construções e demolições (RCD) existem poucos dados atuais que fazem esse levantamento, mas é consenso que em maior percentual são encontrados restos de concretos, argamassas e materiais cerâmicos (GONÇALVES, 2013)

Associado a esse panorama, Matuti (2019) indica em sua pesquisa que perto das grandes cidades, materiais como areias e agregados naturais estão cada vez mais escassos. Para isso a utilização de materiais provenientes da reciclagem do RCD, pode contribuir significativamente para a conservação e preservação dos recursos naturais.

Nesse contexto, a Resolução CONAMA N° 307 (CONAMA, 2002) indica requisitos básicos para o processo de gerenciamento dos RCD. Na resolução supracitada consta que os materiais provenientes de pavimentação, materiais cerâmicos, argamassas e concretos podem ser reutilizados ou reciclados em forma de agregado. Com base nessa indicação e observando o cenário da geração de RCD no Brasil, alguns pesquisadores têm avaliado a possibilidade de incorporar agregado reciclado (AR) de RCD na produção de argamassas recicladas (ALVARENGA, 2018; GIRARDI, 2016; SOUZA e LEITE, 2020).

Os AR provenientes do beneficiamento do RCD são heterogêneos, além de apresentar diferentes propriedades, quando comparados às areias naturais (FERREIRA, 2019; SILVA NETO e LEITE, 2018). Assim, é necessário realizar o

processo de caracterização desses materiais antes de incorporá-los na composição de materiais cimentícios.

A literatura indica que os AR de RCD, de forma geral, possuem formato mais irregular e lamelar, menor massa específica, maior percentual de absorção, maior percentual de finos e melhor distribuição granulométrica, quando comparados aos agregados de origem natural (AN) (CARASEK, 2018; FERREIRA, 2019). Essas especificidades fazem com que ao ser adicionados nas argamassas, ocorra a alteração das propriedades, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido (SOUZA e LEITE, 2020; FERREIRA, 2019). Os resultados

indicam diminuição da resistência à tração, diminuição da resistência à compressão, diminuição da massa específica, aumento da porosidade e absorção, aumento da retração, aumento da retenção de água, aumento do teor de ar incorporado e perda de trabalhabilidade (GIRARDI, 2016; SILVA NETO e LEITE, 2018).

É importante salientar que a alteração das propriedades depende do percentual de material reciclado empregado. Sendo, portanto, necessário avaliar quais percentuais de substituição viáveis de serem utilizados (SILVA, BRITO e DHIR, 2016). Com base nos aspectos discutidos, este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre o uso de diferentes percentuais de AR de RCD na produção de argamassas de revestimento, para tal, são avaliadas propriedades no estado fresco e no estado endurecido.

AGREGADOS RECICLADOS

As propriedades dos agregados influenciam diretamente nas propriedades das argamassas. Essa condição faz com que seja necessário avaliá-los antes da sua incorporação nos traços das argamassas para uma dosagem adequada. Entre as propriedades a serem avaliadas, é importante verificar: granulometria, massa específica real, massa aparente, módulo de finura, impurezas orgânicas, materiais pulverulentos, entre outros (NBR 15116, ABNT 2004).

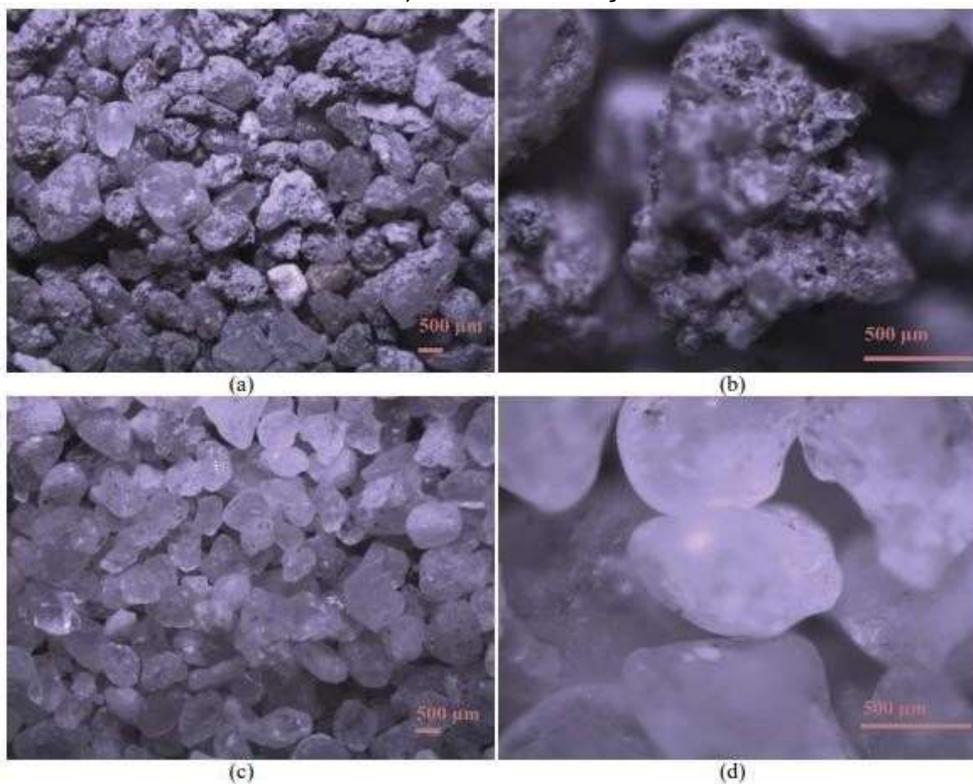
Também é importante citar que os AR de RCD apresentam diferentes

propriedades quando comparados aos AN, essa condição faz com que ao ser introduzidos na composição das argamassas, estas possam apresentar diferentes propriedades no estado fresco e no estado endurecido (SOUZA e LEITE, 2020).

Segundo Carasek *et al.* (2018), AR têm como característica um formato laminar, isso é decorrente do processo de moagem do grão, que faz com que apresentem esse formato, essa característica pode ser observada na Figura 2 que mostra um comparativo entre o AR de RCD e o AN.

FIGURA 1: Imagens do agregado reciclado e agregado natural

a) AR – Resolução de 2X0.67; b) AR – Resolução de 2X3.0; c) AN – Resolução de 2X0.67; d) AN – Resolução de 2X3.0



Fonte: Silva Neto e Leite (2018)

De acordo com Silva Neto e Leite (2018) e Carasek *et al.* (2018), os AR são bastante porosos (Figura 3) devido ao número de vazios, em comparação aos AN. Essa característica se dá em função dos materiais que compõem esse tipo de agregado, que em sua maioria são compostos por concreto, argamassa e material cerâmico. Isso faz com que o teor de absorção água seja maior que o AN (FERREIRA, 2019).

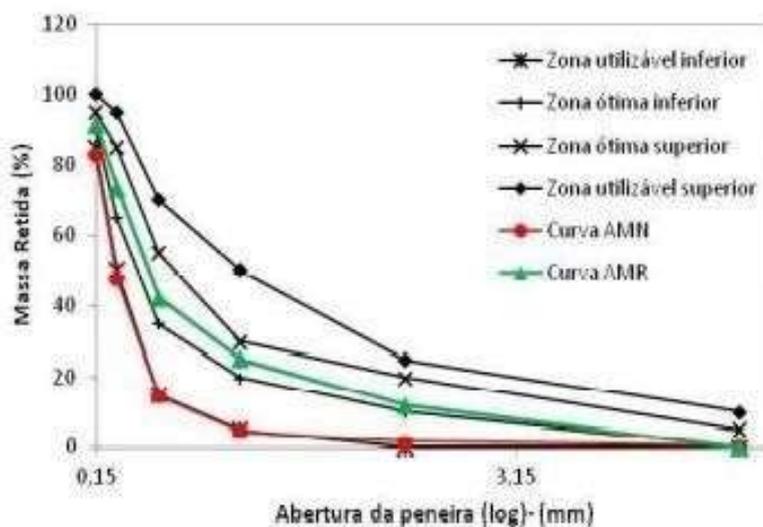
FIGURA 2: Grão de agregado reciclado cimentício observado na lupa estereoscópica, onde se pode notar a alta porosidade do material.



Fonte: Carasek *et al.*, 2018.

Malta *et al.* (2014) notaram que a granulometria do AR apresentou melhor distribuição que o AN, como pode ser verificado na Figura 4. Esse mesmo comportamento foi observado por Oliveira e Silva (2019) e Souza (2020). Nos estudos supracitados também foi observado que os AR possuem um maior teor de finos na sua composição, o que pode influenciar diretamente na dosagem das argamassas produzidas com esse material.

Figura 3: Distribuição granulométrica dos AR e NA



Fonte: Malta *et al.* (2014)

O ensaio de granulometria exibe uma maior diferença entre as areias naturais e recicladas, uma vez que areia reciclada apresenta maior quantidade de finos. No ensaio de materiais pulverulentos a areia reciclada tem um teor muito acima do permitido pela norma ABNT NBR7211 (2019).

Quanto à massa específica, observa-se que a areia reciclada e a areia natural possuem valores distintos. Entretanto, vale ressaltar que essa variação está associada ao tipo de material que deu origem ao AR (material cerâmico, concretos e argamassas) (CARASEK *et al.*, 2018). Andolfato (2002), por exemplo, identificou em seu trabalho um valor de 2,6g/cm³ para o AN, entretanto no AR verificou que os valores eram inferiores a 2,6 g/cm³, independentemente do material analisado. A tabela 2 contém resultados de massa específica verificados por outros autores, corroborando o que foi indicado por CARASEK *et al.* (2018).

Tabela 1: Valores de massa específica e massa unitária para agregados reciclados

Referência	Massa específica (g/cm ³)	Massa unitária (g/cm ³)	Tipo de agregado
Andrade <i>et al.</i> (2018)	2,39	1,25	Cerâmico
	2,40	1,17	Misto
	2,65	1,50	Natural
Carasek <i>et al.</i> (2018)	2,68	1,21	Misto
	2,69	1,46	Misto
	2,54	1,28	Cimentício
Carneiro (2011)	2,44	1,33	Misto
Ferreira <i>et al.</i> (2019b)	2,53	1,30	Misto
	2,64	1,50	Natural
Ledesma <i>et al.</i> (2014)	2,53	1,33	Concreto
Martínez <i>et al.</i> (2013)	2,23	1,28	Misto
	1,90	1,15	Misto
	1,94	1,31	Misto
Martínez <i>et al.</i> (2016)	2,13	1,27	Cerâmico
	2,10	1,33	Concreto
	2,13	1,25	Misto
	2,45	1,56	Natural

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO

Ensaio de consistência

A consistência é considerada uma propriedade importante para as argamassas, pois é por meio dela que é possível avaliar a quantidade de água necessária para alcançar a trabalhabilidade das argamassas.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios de consistência obtidos durante a etapa de revisão bibliográfica.

Tabela 2: Trabalhabilidade avaliada por meio do índice de consistência

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Índice de consistência (mm)	Relação água/cimento
Alvarenga (2018)	Argamassa	30	330	1,25
Alvarenga (2018)	Argamassa	50	320	1,25
Andrade <i>et al.</i> (2018)	AN	0	270	0,99
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	50	268,70	1,07
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	75	263,50	1,08
Girardi (2016)	AN	0	267	1,73
Girardi (2016)	Misto	100	258	1,79
Oliveira (2012)	AN	0	295	1,12
Oliveira (2012)	Misto	25	295	1,18
Oliveira (2012)	Misto	50	295	1,25
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	0	270	0,88
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	20	265	0,88
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	40	243	0,88
Souza (2020)	AN	0	262	0,68
Souza (2020)	Misto	15	231	0,68
Souza (2020)	Misto	30	214	0,68

Com relação a trabalhabilidade e a consistência no estado fresco, pela Tabela 1, observa-se que a alta absorção dos agregados influenciam na consistência das misturas, independentemente do tipo do agregado reciclado, seja cerâmico, misto ou de argamassa. Outro aspecto que também pode ser citado como justificativa para esse comportamento é a maior angulosidade e rugosidade superficial dos grãos, que aumentam o atrito entre as partículas e os outros materiais presentes na mistura, proporcionando maior trabalhabilidade.

Esse comportamento foi observado, por exemplo, nos estudos de Alvarenga (2018), Girardi (2016) e Souza (2020), que observaram uma redução do espalhamento de 3 %, 3% e 18 %, respectivamente. Os autores indicaram que um dos principais fatores para esse comportamento é a redução da relação água/cimento efetiva presente na mistura ainda no estado fresco, dada a maior absorção de água pelo AR.

Com isso, Oliveira (2012), por exemplo, teve que aumentar a quantidade de água para manter o índice de consistência semelhante à mistura produzida com apenas AN no traço, como pode ser visto na Tabela 1. De forma geral, os resultados obtidos indicam que quanto maior o percentual de RCD utilizado, maior também será

DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO

A Tabela 3 apresenta os resultados de densidade de massa no estado fresco obtidos por meio da revisão bibliográfica.

Tabela 3: Densidade de massa no estado fresco

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Densidade de massa (kg/m ³)
Girardi (2016)	AN	0	2010
Girardi (2016)	Misto	100	1830
Oliveira (2012)	AN	0	2006
Oliveira (2012)	Misto	25	1999
Oliveira (2012)	Misto	50	1985
Silva Neto e Leite (2018)	AN	0	2029
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	20	2037
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	40	2049
Souza (2020)	AN	0	2115
Souza (2020)	Misto	15	2064
Souza (2020)	Misto	30	2040

Ao observar a Tabela 3, percebe-se que ao comparar as argamassas produzidas com o AN e as misturas produzidas com AR, a densidade das argamassas recicladas apresentou uma diminuição dos valores. Esse comportamento é compatível com a avaliação da massa específica dos AN, que é levemente superior a massa específica dos AR.

Girardi (2016), por exemplo, obteve uma redução na densidade de massa de 9 % ao utilizar substituição total do AN pelo AR. Souza (2020) observou uma redução de 4 % ao incorporar AR utilizando teor de 30 %. Com base nos resultados obtidos pelos autores avaliados, percebe-se que essa propriedade sofre pouca influência do uso do AR, apesar das diferentes propriedades apresentadas por esses materiais.

PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A Tabela 4 apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão obtidos por meio da revisão bibliográfica.

Tabela 4: Resistência à compressão

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Resistência média (MPa)
Alvarenga (2018)	Argamassa	0	5,94
Alvarenga (2018)	Argamassa	30	8,32
Alvarenga (2018)	Argamassa	50	6,45
Andrade <i>et al.</i> (2018)	AN	0	7,04
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	50	5,00
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	75	5,25
Girardi (2016)	AN	0	3,90
Girardi (2016)	Misto	100	3,20
Oliveira (2012)	AN	0	4,30
Oliveira (2012)	Misto	25	4,90
Oliveira (2012)	Misto	50	5,40
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	0	13,50
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	20	14,90
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	40	17,50
Souza (2020)	Misto	0	17,10
Souza (2020)	Misto	15	18,80
Souza (2020)	Misto	30	19,40

Alvarenga (2018) determinou a resistência à compressão e observou que os valores aumentavam com utilização do AR, em todas as amostras avaliadas, também é perceptível que o uso de até 50% de AR promoveu uma boa resistência às argamassas.

Girardi (2016), Oliveira (2012), Silva Neto e Leite (2018) notaram que ao acrescentar AR o desempenho da resistência à compressão aumentou. A partir da análise da Tabela 3 é perceptível que os teores de substituição para cada tipo de AR, tem um comportamento específico para esta propriedade, não sendo dependente apenas do teor de substituição, mas também é importante avaliar o procedimento de

De forma geral, é possível perceber que a resistência aumenta quando não há compensação da relação a/c em contrapartida, há perda de resistência se houver ajuste da quantidade de água de mistura utilizada, como observado por Andrade et al. (2018). Contudo é importante salientar que como mostra a literatura a não correção da quantidade de água adicionada no traço vai diminuir a trabalhabilidade das argamassas, o que pode ser prejudicial a sua aplicação, por exemplo.

Resistência à tração

A Tabela 5 apresenta os resultados de resistência à tração obtidos por meio da revisão bibliográfica realizada nesse estudo.

Tabela 5: Resistência à tração

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Resistência média (MPa)
Alvarenga (2018)	Argamassa	0	2,58
Alvarenga (2018)	Argamassa	30	2,46
Alvarenga (2018)	Argamassa	50	2,75
Andrade <i>et al.</i> (2018)	AN	0	2,29
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	50	2,43
Andrade <i>et al.</i> (2018)	Cerâmico	75	2,84
Girardi (2016)	AN	0	1,50
Girardi (2016)	Misto	100	1,08
Oliveira (2012)	AN	0	1
Oliveira (2012)	Misto	25	1
Oliveira (2012)	Misto	50	1
Oliveira (2012)	Misto	75	1,67
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	0	4,20
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	20	6,00
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	40	5,80
Souza (2020)	AN	0	5,09
Souza (2020)	Misto	15	5,90
Souza (2020)	Misto	30	7,20

Souza (2020) identificou que as amostras com 15 % e 30 % apresentaram as maiores resistências entre as misturas avaliadas, porém é importante ressaltar que o autor não realizou compensação de água, que tem como consequência maior absorção dos AR o que se faz com que ocorra um maior travamento entre a fase pastae a fase agregado, igualmente observado por Silva Neto e Leite (2018). Em ambos os

trabalhos não foi realizada a compensação de água, o que fez com que ao incorporar o AR na mistura, percebeu-se um aumento da resistência à tração.

Já Oliveira (2012) notou que os traços com AR utilizando os teores de 25 % e 50 % tiveram o mesmo resultado da resistência à tração na flexão das argamassas, inclusive a mesma da argamassa de referência.

Os AR, contém partículas menores do que o AN, conseguindo preencher os vazios com mais facilidade. Também há maior aderência dos grãos à pasta de cimento, devido ao seu formato mais irregular e angular, essas características fazem com que ocorra um maior travamento da mistura, sendo um fator positivo para a resistência à tração.

Absorção por Capilaridade x Absorção por Imersão

Os resultados de absorção por capilaridade obtidos por meio da revisão bibliográfica estão indicados na Tabela 6.

Tabela 6: Absorção por capilaridade

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Absorção por capilaridade
Alvarenga (2018)	AN	0	1,54
Alvarenga (2018)	Argamassa	30	2,48
Alvarenga (2018)	Argamassa	50	1,98
Lima <i>et al.</i> (2016)	AN	0	3,14
Lima <i>et al.</i> (2016)	Misto	20	3,12
Lima <i>et al.</i> (2016)	Misto	50	3,16
Macedo <i>et al.</i> (2019)	AN	0	1,02
Macedo <i>et al.</i> (2019)	Misto	50	1,19
Macedo <i>et al.</i> (2019)	Misto	100	1,14
Oliveira (2012)	AN	0	1,22
Oliveira (2012)	Misto	25	1,37
Oliveira (2012)	Misto	50	1,40
Oliveira (2012)	Misto	75	1,84
Ribeiro <i>et al.</i> (2016)	AN	0	2,11
Ribeiro <i>et al.</i> (2016)	Pó de brita	50	2,14
Ribeiro <i>et al.</i> (2016)	Pó de brita	100	2,62
Silva Neto e Leite (2018)	AN	0	0,70
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	20	0,63
Silva Neto e Leite (2018)	Misto	40	0,52

Como se pode notar na Tabela 6 quanto maior o teor de AR na argamassa, maior também será a absorção de água por capilaridade. Esse comportamento pode ser justificado pela maior porosidade das argamassas, dada a também maior relação a/c utilizada no traço, sendo uma situação mais favorável à formação de capilares.

Outra justificativa pertinente é a maior absorção do AR, que influencia diretamente na absorção.

A Tabela 7 apresenta os resultados de absorção por imersão obtidos por meio da revisão bibliográfica.

Tabela 7: Absorção por imersão

Autor	Tipo de agregado	Percentual de AR (%)	Absorção por imersão
Alvarenga (2018)	AN	0	13,49
Alvarenga (2018)	Argamassa	30	13,31
Alvarenga (2018)	Argamassa	50	12,82
Girardi (2016)	AN	0	14
Girardi (2016)	Misto	50	16,9
Girardi (2016)	Cim	50	22,9
Lima <i>et al.</i> (2016)	AN	0	18,15
Lima <i>et al.</i> (2016)	Misto	20	18,69
Oliveira (2012)	AN	0	15,91
Oliveira (2012)	Misto	25	17,05
Oliveira (2012)	Misto	50	19,39
Oliveira (2012)	Misto	75	20,4
Santos (2020)	AN	0	12,9
Santos (2020)	AR	15	12,9

Ao avaliar os resultados da Tabela 7, nota-se que a absorção por imersão seguiu a mesma tendência observada para a absorção por capilaridade, pois os índices de absorção aumentaram, conforme a o incremento de RCD na mistura. independentemente do tipo de agregado utilizado.

No entanto Souza (2020) verificou que houve manutenção da absorção mesmo utilizando 15 % de AR. Esse resultado pode ser justificado pelo maior percentual de finos na composição do AR, o que promove um maior preenchimento dos vazios e redução da absorção.

Os resultados obtidos por Girardi (2016) mostraram que o uso de 100 % de AR promove um aumento da abosrção de até 39 %. No entanto, ao utilizar até 50 % de AR não houve grandes alterações dessa propriedade, como observado por Oliveira (2012), que constatou um aumento de até 10 %, quando comparou as argamassas recicladas às argamassas convencionais.

CONCLUSÃO

É possível concluir, com base na análise dos resultados que ao incorporar o AR na composição das argamassas há uma modificação no comportamento das propriedades, seja no estado fresco ou endurecido.

De forma geral, foi possível identificar que o AR reduz a trabalhabilidade das argamassas e também reduz a densidade de massa no estado fresco, pois o AR é menos denso do que o AN. Quanto à massa específica, observa-se que a areia reciclada, no geral, é relativamente menor que a areia natural, vale ressaltar que essa variação está associada ao tipo de material que deu origem ao AR (material cerâmico, concretos e argamassas).

Também pode-se concluir que em decorrência das diferentes propriedades dos AR é importante observá-las durante o processo de dosagem, pois esses materiais são mais porosos, mais rugosos e angulares que os AN, fazendo com que seja necessário utilizar mais água no processo de dosagem, principalmente nos AR cerâmico devido ao maior teor de finos, para obter uma boa trabalhabilidade.

No estado endurecido foi notado um decréscimo da resistência à compressão e aumento da absorção das argamassas, seja avaliada a absorção por imersão ou capilaridade. Já a resistência à tração apresentou valores compatíveis com os observados para as argamassas produzidas apenas com AN.

Em relação a influência do AR sem compensação da taxa absorção, resultam em uma argamassa com menores valores de consistência, conseqüentemente menor trabalhabilidade. Entretanto o AR misto foi o que apresentou maiores valores de consistência.

Apesar da modificação das propriedades com o uso do AR, percebeu-se que os resultados obtidos para cada ensaio não inviabilizam o uso do AR, visto que as argamassas ainda apresentam bons resultados resistência à tração, resistência à compressão, absorção, e densidade de massa com a substituição positivamente de até 50% no seu traço.

REFERÊNCIAS

ABRELPE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2019**. Abrelpe. São Paulo, SP, 2020.

ALVARENGA, M. G. de L. **Análise de desempenho de argamassas com utilização de resíduos de construção e demolição de alvenaria como substituto parcial de agregado miúdo natural**. Rio de Janeiro, 2018.

ANDRADE J.J, POSSAN E, SQUIAVON JZ, ORTOLAN TLP. Avaliação de propriedades mecânicas e carbonização de argamassas produzidas com resíduos de construção e demolição. **Constr. Build Mater**. 2018; 161:70–83.

CARASEK, H.; GIRARDI, A.C.C.; ARAÚJO, C.; ANGELIM, R.; CASCUDO, O.; Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e de revestimento. **Cerâmica**, v. 64, p. 288-300, 2018.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução nº307, de 5 de julho de 2002**: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, **julho, 2002**.

FERREIRA¹, R. L. S.; ANJOS, M. A. S.; NÓBREGA, A. K. C.; PEREIRA, J. E. S.; LEDESMA, E. F. The role of powder content of the recycled aggregates of CDW in the behavior of rendering mortars. **Construction and Building Materials**, v. 208, p. 601-612, 2019.

GIRARDI, A. C. C. **Avaliação da substituição total de areia natural por RCD em revestimentos de argamassa**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Goiânia, 2016.

JIMÉNEZ, J.R.; AYUSO, J.; LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, J.M.; BRITO, J. Use of fine recycled aggregates from ceramic waste in masonry mortar manufacturing, **Construction and Building Materials**, v. 40, p 679 – 690, 2013.

JOCHEM, ROCHA E CHERIA. Estudo das argamassas de revestimento com agregados reciclados de RCD: características físicas e propriedades da microestrutura. In: XIV **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Juiz de Fora, Minas Gerais. 2012. p. 2487-97.

LEDESMA, E. F.; JIMENEZ, J. R.; FERNÁNDEZ, J.M.; GALVÍN, A.P.; AGRELA, F.; BARBUDO, A. Properties of masonry mortars manufactured with fine recycled concrete aggregates. **Construction and Building Materials**, v. 71, p. 289 – 298, 2014.

LIMA, R. C. et al. Parâmetros comparativos de argamassas com adição de agregados miúdos reciclados. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**. Foz do Iguaçu, Brasil. 2016.

MALTA, J. O.; SILVEIRA, V. S.; GONÇALVES, J. P.; TOLEDO FILHO, R. D. Influência da pré-saturação do agregado miúdo reciclado na viscosidade e resistência à compressão de argamassas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 85-98, 2014.

MACEDO et al. Influência da incorporação de RCD em argamassas. Contribuição técnica ao 74º **Congresso Anual da ABM** – Internacional, São Paulo, SP, Brasil. 2019.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos**, SP. Engenharia Civil, Minho, Portugal, v. 36, p. 41-50, 2019.

MATUTI, B. B.; SANTANA G. P. Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico – uma revisão. **Scientia Amazonia**, Amazonas, v. 8, n.1, E1- E13, 2019.

OLIVEIRA, M. E. D. de. **Agregado reciclado de construção e demolição: Influência em propriedades de argamassas para revestimento**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

RIBEIRO, K. F. A.; BRANCO, M. P. V.; VALIN JR, M. O.; ALMEIDA, E. S.. Estudo da substituição do agregado miúdo em argamassa. **In: IV Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental**, Cuiabá, Mato Grosso. 2016.

SANTANA, T. S. **Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas**. Brasília, 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SILVA NETO, G. A.; LEITE, M. B. Study of the influence of the mortar fine recycled aggregate ratio and the mixing sequence on the behavior of new mortars. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 53 – 69, 2018.

SILVA, R. V.; BRITO, J.; DHIR, R. K. Performance of cementitious renderings and masonry mortars containing recycled aggregates from construction and demolition wastes. **Construction and Building Materials**, v. 105, p. 400-415, 2016.

SOUZA. J. S.; LEITE, M. B. Avaliação da produção e comportamento de argamassas com agregados reciclados de resíduo da construção e demolição. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 10, p.79872-79887, oct. 2020.