

Revisão literária – Argamassas com incorporação dos resíduos de construção civil

Literary review - Mortars with incorporation of construction waste

Reseña literaria - Morteros con incorporación de residuos de construcción

Recebido: 05/04/2022 | Revisado: 12/04/2022 | Aceito: 18/04/2022 | Publicado: 22/04/2022

Ana Paula Sturbelle Schiller

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5639-2355>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense, Brasil

E-mail: eng.anapschiller@gmail.com

Charlei Marcelo Paliga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0521-4764>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: charleipaliga@gmail.com

Ariela da Silva Torres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-9759>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: arielatorres@gmail.com

Resumo

Considerando que a construção civil é um dos setores que mais impactam o meio ambiente e que atualmente a sustentabilidade é um dos assuntos mais comentados, este artigo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura, analisando o tipo de cimento, traço, teor de substituição, ensaios realizados e resultados obtidos em argamassas com incorporação dos resíduos de construção civil como substituinte do agregado e/ou aglomerante. A busca por artigos de periódicos, dissertações e teses ocorreu no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), base de dados SciELO e Google acadêmico. Considerou-se para a análise o período de 2009 até 2021. Após a busca, os dados foram escolhidos a partir da leitura do título e do resumo e quando congruente passaram por uma análise crítica. Desta forma, foram selecionados 19 estudos que investigaram a substituição do agregado por resíduos de construção civil. Já em relação a substituição do aglomerante por resíduos foram selecionados nove trabalhos. Os resultados dos ensaios dos estudos selecionados foram diversificados, e entre as substituições do agregado observou-se que os traços 1:4, 1:4,5, 1:2:8 e 1:2:9 apresentaram aumento na resistência mecânica. Já as argamassas que testaram a substituição do aglomerante por resíduos apresentaram resultados heterogêneos para os parâmetros físicos e tendência de redução do desempenho mecânico nos traços hidráulicos.

Palavras-chave: Tecnologia da arquitetura; Revisão literária; Resíduos de construção civil; Resistência mecânica; Desempenho físico; Ensino de tecnologia de construção.

Abstract

Considering that civil construction is one of the sectors that most impact the environment and that currently sustainability is one of the most commented subjects, this article aimed to perform a literature biblio review, analyzing the type of cement, trace, substitution content, tests performed and results obtained in mortars with incorporation of construction residues as a substitute for the aggregate and/or binder. The search for articles from journals, dissertations and theses occurred on the portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), in the scielo database and in the academic Google. The period from 2009 to 2021 was considered for the analysis. After the research, the data were chosen from the reading of the title and abstract and when congruents underwent a critical analysis. Thus, 19 studies were selected that investigated the replacement of the aggregate with construction residues. Nine studies were selected in relation to the replacement of the paste by residues. The results of the tests of the selected studies were diversified, among the substitutions of the aggregate, it was observed that the traces 1:4, 1:4.5, 1:2:8 and 1:2:9 showed an increase in mechanical resistance. On the other hand, the mortars that tested the replacement of the paste by residues presented heterogeneous results for the physical parameters and tendency to reduce mechanical performance in hydraulic traits.

Keywords: Architecture technology; Literary review; Construction waste; Mechanical resistance; Physical performance; Teaching of construction tech.

Resumen

Considerando que la construcción civil es uno de los sectores que más impacta el medio ambiente y que actualmente la sostenibilidad es uno de los temas más comentados, este artículo tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica, analizando el tipo de cemento, traza, contenido de sustitución, ensayos realizados y resultados obtenidos en morteros con incorporación de residuos de construcción como sustituto del agregado y/o aglutinante. La búsqueda de artículos

de revistas, disertaciones y tesis se realizó en el portal de revistas de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES), base de datos scielo y Google académico. El período de 2009 a 2021 se consideró para el análisis. Después de la búsqueda, los datos fueron elegidos a partir de la lectura del título y resumen y cuando fueron congruentes se sometieron a un análisis crítico. Así, se seleccionaron 19 estudios que investigaron la sustitución del árido por residuos de construcción. Se seleccionaron nueve estudios en relación con la sustitución del aglutinante por residuos. Los resultados de las pruebas de los estudios seleccionados fueron diversificados, y entre las sustituciones del agregado se observó que las trazas 1:4, 1:4.5, 1:2:8 y 1:2:9 mostraron un aumento de la resistencia mecánica. Por otro lado, los morteros que probaron la sustitución del aglutinante por residuos presentaron resultados heterogéneos para los parámetros físicos y tendencia a reducir el rendimiento mecánico en los rasgos hidráulicos.

Palabras clave: Tecnología de arquitectura; Revista literaria; Residuos de construcción; Resistencia mecánica; Rendimiento físico; Enseñanza de la tecnología de la construcción.

1. Introdução

A crescente conscientização da sociedade em relação a finitude dos recursos naturais (Severiano Junior, 2021), faz com que a sustentabilidade seja um dos assuntos mais comentados na atualidade (Haubrick & Gonçalves, 2020). De acordo com Zina, Blumenschein e Durante (2021), um dos principais desafios a serem enfrentados no século XXI são as mudanças climáticas atreladas ao aumento da emissão dos gases de efeito estufa, em especial do dióxido de carbono (CO₂).

A construção civil, não somente pela emissão de gases poluentes, mas também, através da extração de matérias-primas, do gasto de energia para extração, da fabricação e transporte dos recursos naturais, da contaminação da água por processos industriais e geração de resíduos em sua cadeia produtiva, é um dos setores que mais impactam o meio ambiente (Valporto & Azevedo, 2016).

Em relação aos resíduos de construção e demolição (RCD), dados do panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [ABRELPE] (2021) indicam que no ano de 2020 foram coletados 47 milhões de toneladas de RCD. Devido a expressiva quantidade de resíduos produzidos pelo setor da construção civil e pelos impactos causados ao meio ambiente, a gestão destes sedimentos é regulamentada em vários países (Sá et al., 2018). No Brasil a resolução nº 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos quanto à gestão dos resíduos de construção civil, ficando sob responsabilidade dos geradores a disposição final ambientalmente adequada desses rejeitos.

Sendo assim, é de extrema relevância que o setor da construção civil busque alternativas sustentáveis para priorizar a diminuição de seu impacto ambiental. Uma das possibilidades é a substituição parcial dos materiais de construção convencionais por resíduos, sejam oriundos da construção civil ou não, reduzindo então a demanda de insumos não renováveis e a pressão ambiental nas áreas destinadas ao descarte desses (Silva et al., 2018).

As argamassas são materiais de construção amplamente utilizados na construção civil. Desta forma, a incorporação dos resíduos de construção civil como insumo para a produção desse material construtivo é uma alternativa viável e vêm sendo testada por diversos autores.

No estudo de Andrade et al. (2018), os autores testaram o efeito da substituição do agregado natural por dois tipos de resíduos, um resíduo cerâmico e outro misto. O traço de referência foi confeccionado com as proporções 1:5 (cimento e areia) e as substituições do agregado natural pelo material alternativo ocorreram nos teores de 25, 50, 75 e 100%. O teor de água das misturas variou de forma que todos os traços atingissem o índice de consistência de 260±5 mm. Os resultados indicaram que a substituição do agregado natural proporcionou redução nas propriedades mecânicas e aumento na profundidade de carbonatação. Além disso, os autores verificaram que a densidade de massa das misturas diminuiu à medida que se aumentou o teor de resíduo incorporado e que a absorção de água aumentou proporcionalmente ao teor de RCC incorporado.

Já no estudo de Carasek et al. (2018), os autores testaram a influência do resíduo cimentício e do resíduo misto (50% cimentício e 50% cerâmico) como substituinte total do agregado natural em argamassas. Considerando que o agregado reciclado

apresenta teor elevado de finos, os autores utilizaram como parâmetro para a definição dos traços o teor de finos de $28\pm 1\%$. Desta forma, os traços que utilizaram RCC em sua composição foram moldados com o traço 1:5,8 (cimento e agregado reciclado). Já para o traço com areia natural, foi necessário adicionar cal na mistura para aumentar o teor de finos na mistura, resultando na proporção 1:1:5,8 (cimento, cal e areia). Os resultados indicaram que apesar da composição distinta dos resíduos, através do mesmo processo de beneficiamento é possível obter-se materiais com características granulométricas similares, no entanto, apesar disso, a origem do material irá influenciar nas propriedades finais das argamassas.

Outra possibilidade de incorporação desses resíduos na indústria da construção civil é como substituinte do aglomerante em argamassas. Schiller et al. (2021) testaram o efeito da substituição do cimento Portland CP IV por dois resíduos cimentícios, um proveniente da demolição de um prédio industrial (RCD), e o outro, proveniente de uma fábrica de artefatos cimentícios (RIPM). Neste experimento os autores utilizaram como traço de referência as proporções 1:2:8 (cimento, cal e areia) e testaram os teores de substituição de 5, 10 e 15% do cimento por RIPM e RCD. O teor de água/aglomerante das misturas mudou de forma a atender o índice de consistência de 260 ± 5 mm. Os resultados encontrados foram promissores, uma vez que a substituição do cimento por RIPM com teores de substituição de até 15% proporcionaram confecção de argamassas de revestimento sustentáveis, com desempenho mecânico e físico equivalente ao traço de referência na idade de 28 dias. Já no RCD, o teor de 5% apresentou resistência mecânica proporcional ao traço de referência aos 28 dias e os demais traços necessitaram de um período maior para equivalerem-se.

Desta forma, considerando a relevância do tema, este artigo tem o objetivo de realizar uma revisão da literatura, analisando o tipo de cimento, traço, teor de substituição, ensaios realizados e resultados obtidos em argamassas com incorporação dos resíduos de construção civil como substituinte do agregado e/ou aglomerante.

2. Metodologia

Para elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica por meio de uma revisão integrativa de literatura buscando estudos que testassem a incorporação de resíduos de construção e demolição em argamassas. De acordo com Botelho, Cunha e Macedo (2011), este método tem como objetivo analisar, através de pesquisas anteriores, o conhecimento já construído sobre um determinado tema, permitindo a construção de novos conhecimentos embasados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores.

A busca por artigos de periódicos, dissertações e teses ocorreu no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), base de dados SciELO e Google acadêmico. O procedimento de revisão utilizados consistiu na compilação de duas pesquisas distintas. A primeira compôs-se na busca de artigos que utilizassem o resíduo de construção civil como substituinte do agregado em argamassas. Em seguida, pesquisou-se as publicações que realizaram a substituição do aglomerante por resíduo de construção civil.

Considerando que ainda são escassos os estudos sobre o assunto, principalmente no que tange a substituição do aglomerante por resíduos em argamassas, considerou-se para a análise o período de 2009 até 2021. Após a busca, os dados foram escolhidos a partir da leitura do título e do resumo e quando congruente passaram por uma análise crítica. Desta forma, foram selecionados 19 estudos que investigaram a substituição do agregado por resíduos de construção civil. Já em relação a substituição do aglomerante por resíduos foram selecionados nove trabalhos.

A Tabela 1 apresenta um resumo das etapas realizadas para a construção da revisão de literatura integrativa aplicada neste trabalho.

Tabela 1 - Etapas do processo de revisão integrada de literatura.

1ª Etapa	<p>Identificação do tema de pesquisa: busca por estudos que testassem a incorporação de resíduos de construção e demolição em argamassas;</p> <p>Base de dados: portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), base de dados SciELO e Google acadêmico;</p> <p>Tipos de estudos: artigos de periódicos, dissertações e teses.</p>
2ª Etapa	<p>Critérios de inclusão: estudos que utilizassem resíduos de construção e demolição;</p> <p>Critérios de exclusão: incorporação de outras tipologias de resíduos (cerâmica vermelha, rochas ornamentais, agrícola, etc).</p>
3ª Etapa	<p>Pré - seleção dos estudos: a partir da leitura dos títulos e resumos;</p> <p>Seleção dos estudos: a partir da leitura criteriosa do estudo;</p> <p>Organização dos estudos selecionados.</p>
4ª Etapa	<p>Síntese dos dados: Elaboração de planilha contendo a característica dos materiais de construção utilizados, teores de substituição, parâmetros e resultados obtidos.</p>
5ª Etapa	<p>Análise e interpretação dos resultados.</p>
6ª Etapa	<p>Apresentação dos resultados obtidos na revisão integrativa de literatura.</p>

Fonte: Autores (2022).

3. Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta alguns dos estudos utilizando os resíduos de construção civil como agregados em argamassas que é uma alternativa para economizar os recursos naturais utilizados como matéria-prima e reduzir o volume final de resíduos que serão descartados.

Tabela 2. Estudos referentes à argamassa com substituição do agregado por RCC.

Autor	Características	% da substituição	Parâmetros testados	Resultados
Paula (2010)	Cimento CP II Z 32 RCD misto com partículas < 2,36 mm Traço 1:6 a/c=0,60	25, 50, 75 e 100%	Absorção e Compressão.	Através dos ensaios concluiu-se que os teores de substituição não afetam as resistências mecânicas. Observou-se que quanto maior o teor de substituição dos agregados, maior a absorção dos blocos.
Kim e Choi (2012)	Cimento Comum Traço 1:2,45 a/c= 0,55	15,30 e 45%	Cisalhamento compressão e absorção por capilaridade.	Os ensaios mostraram que a substituição do resíduo reduziu a resistência ao cisalhamento e à compressão das argamassas. Em relação à absorção por capilaridade das argamassas, observou-se um acréscimo proporcional ao teor de resíduo incorporado.
Jochem (2012)	Cimento CP II F 32 RCD misto com partículas < 0,15 mm Traço 1:7,5	7, 13, 20, 27, 33 e 40%	Influência da molhagem prévia do agregado, absorção por imersão e porosidade, absorção por capilaridade, permeabilidade ao vapor, compressão, tração na flexão, módulo de elasticidade e aderência à tração.	Os ensaios mostraram que os traços confeccionados com material de curva granulométrica média apresentaram os melhores resultados. Os agregados reciclados apresentam maior teor de absorção, independente de sua granulometria. A molhagem prévia dos agregados finos propicia o acréscimo do teor de ar incorporado e retenção de água. Em relação à resistência mecânica, a molhagem prévia dos agregados reciclados, aumentou a resistência à tração e a resistência à compressão.
Araújo (2014)	Cimento CP II Z 32 RS Partículas entre 1,2 e 2,4 mm Traço 1:8 e	20, 40, 60, 80 e 100%	Densidade de massa, módulo de elasticidade, compressão, tração na flexão, absorção por	As argamassas com agregados reciclados apresentaram valores menores de densidade de massa e módulo de elasticidade dinâmico, assim como um incremento nos índices de absorção e porosidade. Em relação ao

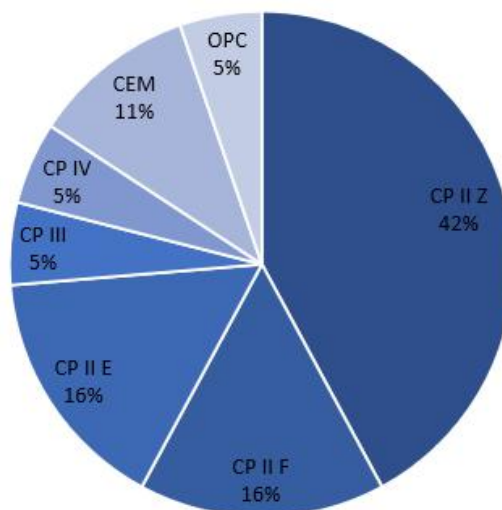
	1:2:8 IC= 260 ± 5 mm		capilaridade, absorção por imersão e índice de vazios.	desempenho mecânico, observou-se que as argamassas hidráulicas apresentaram resistência superior ao traço de referência. Já as argamassas mistas demonstraram redução nessa propriedade.
Morales (2015)	Cimento CP II F 32 Partículas de RCD < 4,8 mm Traço 1:1:5,1 a/c=1,25	20%	Influência da molhagem, compressão, tração na flexão, módulo de elasticidade dinâmico, retração por secagem, perda de água por evaporação, fissuração, absorção por capilaridade, absorção por imersão, índice de vazios e aderência.	Constatou-se que a molhagem prévia do agregado influenciou na melhora das propriedades mecânicas. Observaram-se reduções na absorção por capilaridade, no índice de vazios e na absorção por imersão. Verificou-se aumento do efeito de retração por secagem e redução da aderência no substrato.
Ferreira, Bruno e Anjos. (2016)	Cimento CP II-Z-RS Traço 1:1:6 IC=260 mm	70, 90 e 100%	Consistência, densidade de massa, teor de ar incorporado, absorção por imersão e capilaridade, densidade de massa, compressão e tração na flexão.	A partir dos resultados, foi possível inferir que as substituições estudadas obtiveram desempenhos aceitáveis em comparação aos parâmetros determinados em norma para utilização como argamassa de revestimento, sendo a substituição de 70% a que apresentou melhor desempenho mecânico, porém absorve mais água por capilaridade em função do elevado teor de finos.
Monte Junior (2016)	Cimento CP II Z 32 RCC cimentício Partículas < 4,75 mm Traços 1:2:8 e 1:4,5 Relação ligante/agregado (1/3) em volume	30, 60 e 100%	Consistência, compressão, tração, absorção por imersão, absorção por capilaridade, densidade de massa aparente, resistência de aderência, absorção pelo método de cachimbo, fissuras visíveis.	A presença de finos melhorou a trabalhabilidade em ambos os traços e reduziu a densidade de massa aparente. Em relação à resistência mecânica, verificou-se que as substituições não afetaram o desempenho das misturas. Observou-se que a absorção pelo método do cachimbo apresentou acréscimo no teor de absorção proporcional ao teor de substituição. Em relação à absorção por capilaridade, ambas às argamassas apresentaram melhor desempenho para o teor de substituição de 30%.
Martínez, Cortina, Martínez e Sanchez (2016)	Cimento CEM 11 / B - L 32,5 N e CEM IV / B (V) 32,5 N RCC misto com partículas < 0,6 mm Traços 1:3 e 1:4 IC=175 ± 10 mm	50, 75 e 100%	Densidade de massa úmida, absorção por capilaridade, resistência à flexão e compressão utilizando três tipos de resíduos de construção (cerâmico, mistos e cimentício) e dois tipos de cimentos CEM II/B e CEM IV/B.	Na absorção por capilaridade, verificou-se que o teor de absorção aumentou proporcionalmente ao teor de resíduo na mistura. Os resultados de resistência à flexão indicaram redução mediante o acréscimo de resíduos na composição. Já em relação à compressão, os ensaios mostraram que as argamassas confeccionadas com traço 1:3 apresentaram melhor desempenho comparado ao traço 1:4. Em ambos os traços constataram-se que o melhor índice de desempenho foi obtido pelas argamassas produzidas com o resíduo cimentício e com cimento CEM IV/B em sua composição.
Ferreira (2017)	Cimento CP II Z RS RCC misto com partículas < 4,75 mm Traço 1:1:6 IC=260 mm	25, 50, 75 e 100%	Compressão, tração na flexão, aderência e fissuração	As argamassas alternativas apresentaram maior consumo de água, menor densidade de massa e teor de ar incorporado. Na resistência mecânica as argamassas com resíduos apresentaram maior resistência. Observou-se redução no desempenho da aderência ao substrato e acréscimo de fissuras.
Carasek et al. (2018)	Cimento CP II Z-32 RS RCC misto e RCC cimentício com partículas < 3,15 mm Traço 1:5,8 relação água/materiais secos em (22,5±2,5)%	100%	Densidade de massa, retração, resistência à compressão e à tração na flexão.	Os resultados mostraram que as argamassas com resíduos apresentaram redução na densidade de massa e acréscimo na retração. Em relação à resistência mecânica observou-se que as misturas com resíduos reciclados, apresentaram resultados ligeiramente inferiores.
Aguiar et al. (2018)	Cimento CIII E 32 Traço 1:2:8 IC=260 ± 5 mm	25 e 50%	Tração na flexão, compressão axial e coeficiente de capilaridade.	Os resultados indicaram pequeno ganho de resistência à tração e à compressão com a incorporação do resíduo (RCC) em substituição à areia. No que diz respeito a absorção por capilaridade, o menor índice de absorção foi com substituição de 25% da areia por agregado miúdo.
Andrade et al. (2018)	Cimento CP IV RCC misto e RCC cerâmico com partículas < 4,75 mm Traço 1:5 IC=260 ± 5 mm	25, 50, 75 e 100%	Compressão, flexão, aderência, porosidade, absorção de água, densidade aparente e carbonatação.	Os resultados mostraram redução nas propriedades mecânicas e aumento na profundidade de carbonatação. A porosidade e a absorção de água das argamassas aumentaram proporcionalmente ao teor de resíduo incorporado na mistura. Já densidade de massa apresentou comportamento contrário.
Pimentel, Pissolato Junior, Jacintho e Martins (2018)	Cimento CP III Partículas < 2,4 mm Traços 1:6,1 e 1:2:5,9 IC=260 ± 5 mm	30 e 60%	Compressão, tração na flexão, absorção por capilaridade, densidade de massa aparente.	Os resultados mostraram acréscimo na capacidade de retenção de água e redução nas propriedades mecânicas proporcionais ao aumento do teor de agregado reciclado. Em relação à absorção por capilaridade, verificou-se que houve redução deste coeficiente entre as argamassas hidráulicas. Já as argamassas mistas demonstraram comportamento contrário.

Rocha (2018)	Cimento CP II E 32 RCC misto com partículas <2,4 mm Traço 1:2:9 IC=260 ± 5 mm	50 e 100%	Tração na flexão e compressão.	Os ensaios demonstraram que às substituições ocasionaram melhoramento nas propriedades mecânicas estudadas.
Jesus, Maia, Farinha, Brito e Veiga. (2019)	Cimento CEM II/ B-L RCC misto com partículas < 0,15 mm Traço 1:5,7 IC=160 ± 3 mm	10, 15 e 20% (Resíduo misto e cimentício)	Compressão, flexão, aderência à tração, módulo de elasticidade, comportamento de fissuras, durabilidade e absorção por capilaridade.	A incorporação dos resíduos melhorou o desempenho mecânico e o módulo de elasticidade das argamassas. Houve redução da porosidade e do coeficiente de absorção. Observou-se que apenas o traço com substituição de 20% do resíduo cimentício apresentou fissuração.
Ghellere, Thomé e Oliveira (2019)	Cimento CP II Z 32 RCC cerâmico e cimentício Traço 1:2:8 a/c = 2,25 a 2,45	15, 25 e 50%	Tração na flexão, compressão, aderência à tração, módulo de elasticidade, absorção por capilaridade e exposição às altas temperaturas.	O estudo mostrou que as argamassas apresentaram melhor desempenho à tração na flexão e compressão. No entanto, houve redução da aderência à tração proporcional ao teor de substituição. As argamassas com resíduos apresentaram módulo de elasticidade mais elevado, maior teor de absorção por capilaridade e tiveram menor influência da temperatura em seu desempenho.
Azevedo et al. 2020	Cimento CP II E 32 Partículas < 4,8 mm Traço 1:1:6 IC=260 ± 5 mm	25, 50 e 100%	Compressão e absorção por capilaridade.	O estudo mostrou que a substituição da areia por resíduo proporcionou melhor desempenho mecânico. Observou-se que quanto maior o teor de substituição dos agregados, maior a absorção por capilaridade das argamassas.
Kruger, Kossute, Chinelatto e Pereira. (2020)	Cimento CP II F 32 RCC misto com partículas < 4,8 mm Traço 1:3	12, 20 e 30%	Índice de consistência, densidade de massa, compressão e absorção.	Os resultados mostraram que a adição de finos reduziu a trabalhabilidade das misturas, diminuiu a densidade de massa e elevou o teor de ar incorporado. Além disso, a incorporação de finos aumentou a absorção e reduziu a resistência à compressão das argamassas.
Souza e Leite (2020)	Cimento CP II Z 32 RCC misto Traço 1:4 IC=260 ± 5 mm	15 e 30%	Índice de consistência, densidade de massa, teor de ar incorporado, retenção de água, compressão e tração na flexão	Os resultados mostraram que a incorporação do resíduo reduziu a trabalhabilidade e a densidade de massa, aumentando o teor de ar incorporado e a retenção de água. Em relação ao desempenho mecânico, observa-se que os traços sem adição de água para manter a trabalhabilidade com resíduos apresentaram acréscimo de resistência em relação ao traço de referência.

Fonte: Autores (2022)

Considerando que à natureza, o tipo e o número de aglomerantes irão influenciar o desempenho final das misturas, o gráfico abaixo, apresentado na Figura 1, apresenta um resumo com o percentual de cada um dos cimentos utilizados.

Figura 1. Tipos de cimento testados.



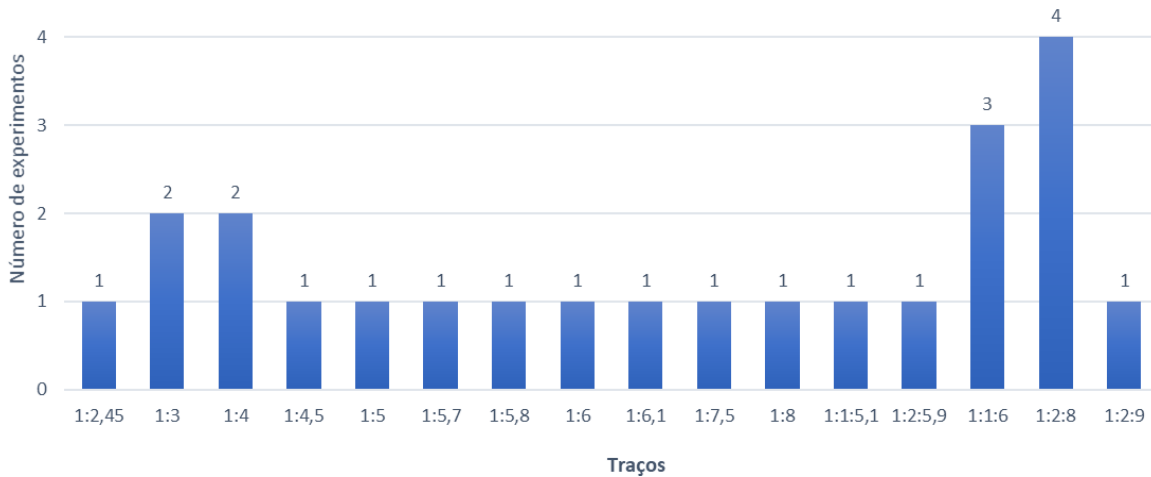
Fonte: Autores (2022)

Nota-se, na Figura 1, que o tipo de cimento mais utilizado foi o cimento Portland composto (CP II), sendo que oito estudos, o que corresponde 42%, utilizaram o cimento Portland composto com pozolana (CP II Z). Já o cimento Portland

composto com material carbonático (CP II F) e o cimento Portland composto com escória granulada de alto forno (CP II E), foram testados em três estudos.

Outro aspecto que pode influenciar no desempenho das argamassas é a proporção dos elementos que constituem as misturas. Desta forma, a Figura 2 apresenta os traços utilizados nos estudos selecionados.

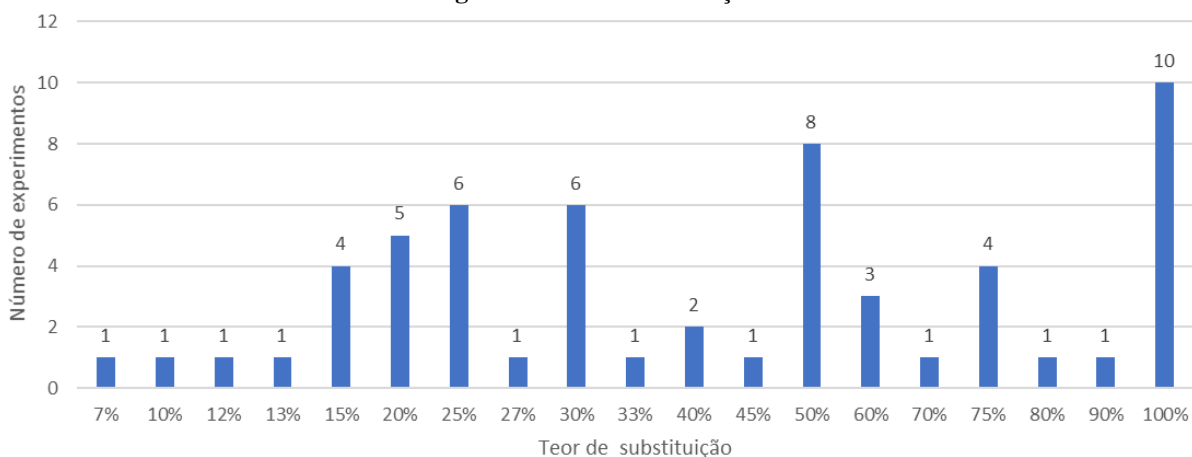
Figura 2. Traços estudados.



Fonte: Autores (2022).

Verifica-se, na Figura 2, que foram testados onze traços hidráulicos e cinco traços mistos. Entre estes, destaca-se que a proporção 1:2:8 (cimento, cal e areia) foi utilizada em quatro estudos e o traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi testado em três trabalhos. Outro importante fator a ser avaliado é o teor de substituição do agregado natural por material alternativo, visto que as características dos agregados irão exercer influência nas propriedades das misturas. Desta forma, a Figura 3 exhibe um resumo dos teores de substituição utilizados nos estudos escolhidos.

Figura 3. Teor de substituição.

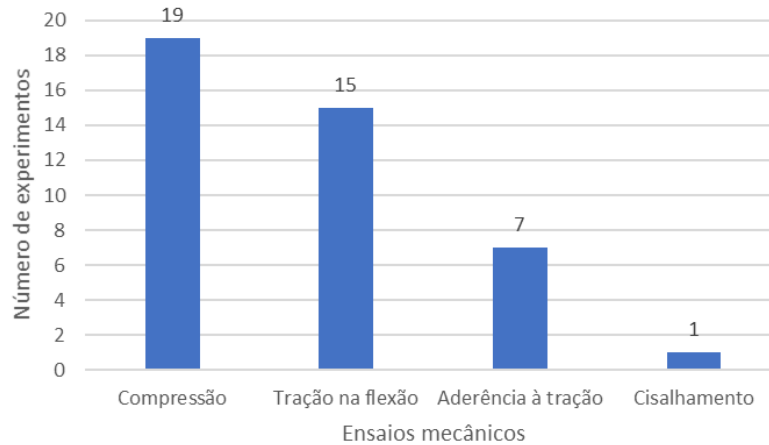


Fonte: Autores (2022).

Através dos dados expostos na Figura 3, é possível perceber que o teor de substituição com maior incidência de estudo é o de 100%, testado em dez estudos. Na sequência, o teor de 50%, utilizado em oito trabalhos e os teores de 30 e 25% examinados em seis pesquisas.

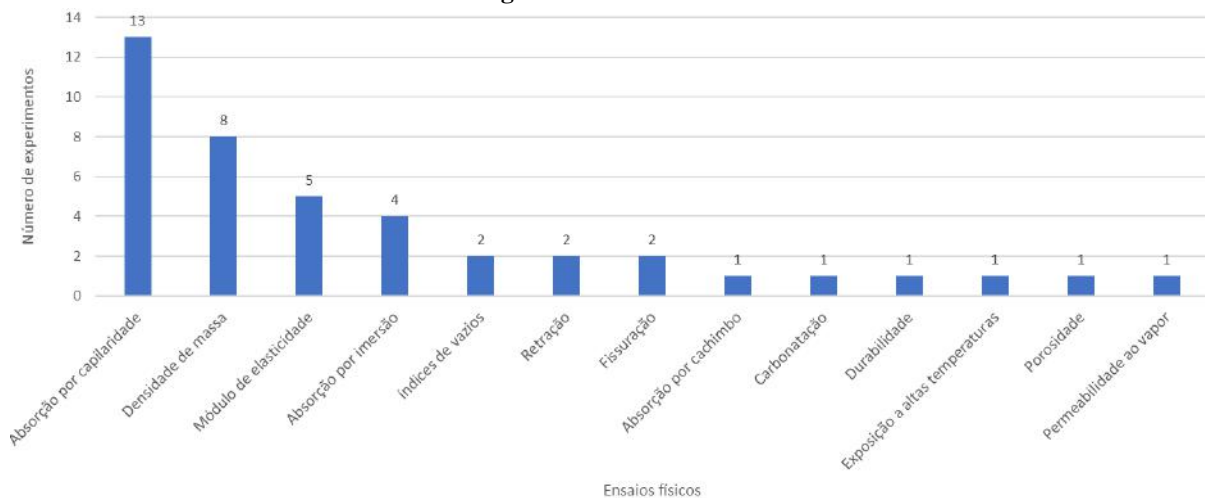
Para testar os efeitos da substituição do agregado natural por resíduo, as argamassas passaram por ensaios físicos e mecânicos. Deste modo, a Figura 4 apresenta os ensaios mecânicos e, na sequência, a Figura 5 expõem os ensaios físicos que foram realizados pelos autores selecionados.

Figura 4. Ensaios mecânicos.



Fonte: Autores (2022).

Figura 5. Ensaios físicos.

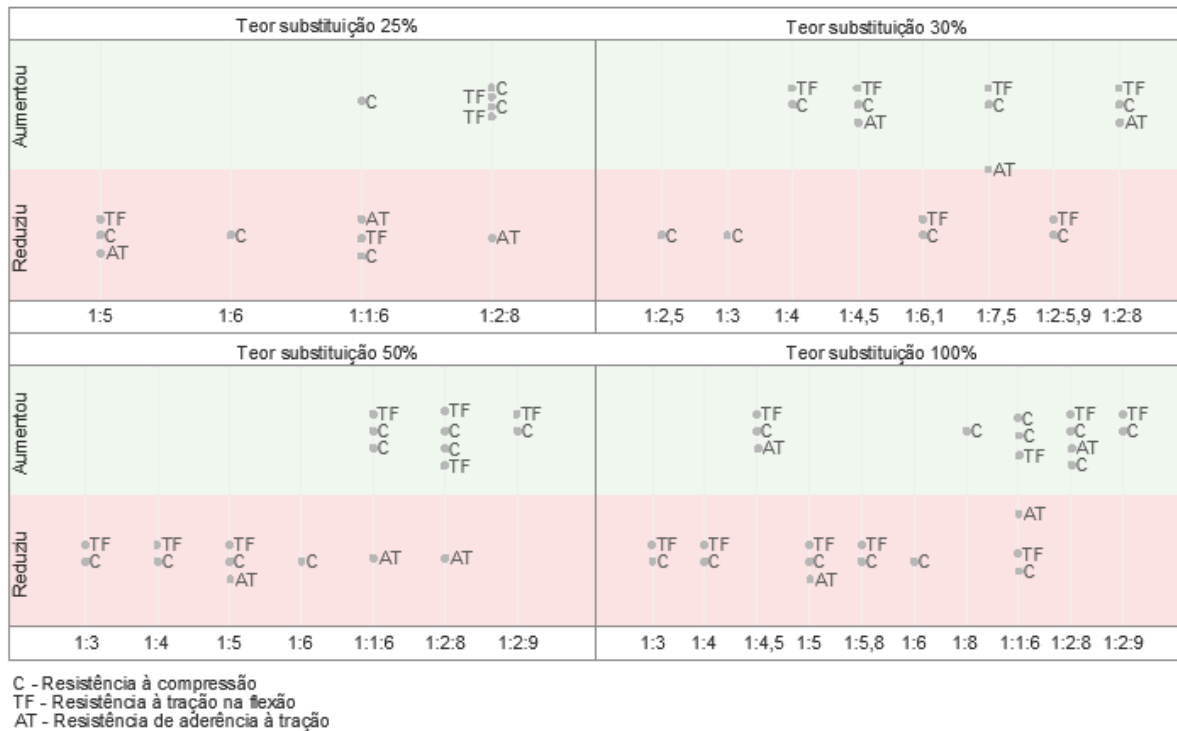


Fonte: Autores (2022).

Entre os ensaios mecânicos, verificou-se que o ensaio de resistência à compressão foi realizado por todos os autores selecionados. Já o ensaio de resistência à tração na flexão foi executado em 15 experimentos e a resistência de aderência à tração foi testado em sete estudos. Já entre os ensaios físicos, apresentados na Figura 5, nota-se que o parâmetro com maior incidência de ocorrência é o ensaio de absorção por capilaridade, executado em 13 estudos. Outros indicadores como densidade de massa, módulo de elasticidade e a absorção por imersão foram verificados por oito, cinco e quatro trabalhos, respectivamente.

Para analisar a influência da substituição do agregado por resíduos no desempenho mecânico das argamassas, selecionou-se os quatro teores mais estudados (25, 30, 50 e 100%) e verificou-se o comportamento das argamassas no ensaio de resistência à compressão, resistência à tração na flexão e resistência de aderência à tração. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 6.

Figura 6. Comportamento mecânico das argamassas com substituição de 25, 30, 50 e 100%.



Fonte: Autores (2022).

Com base nos dados expostos na Figura 6, é possível verificar entre as argamassas hidráulicas que os traços 1:4 (cimento e areia), com substituição de 30%, e 1:4,5 (cimento e areia), com substituições de 30 e 100%, apresentaram aumento na resistência mecânica. Já entre as argamassas mistas, observa-se que os traços 1:2:8 e 1:2:9 (cimento, cal e areia) apresentaram melhor resistência à compressão e a tração na flexão nos quatro teores analisados.

Já em relação aos parâmetros físicos dos estudos selecionados, verifica-se que a utilização do agregado reciclado contribui para o aumento da absorção de água e reduziu a densidade de massa das misturas, esse comportamento pode estar relacionado ao fato do agregado reciclado ser mais poroso que o agregado reciclado.

Outra possibilidade para a reciclagem dos resíduos de construção civil é incorporá-los como substituintes parciais de aglomerantes em argamassas. Desta forma, na Tabela 3 serão apresentados alguns estudos utilizando resíduos como substituintes parciais dos aglomerantes em argamassas.

Tabela 3. Estudos referentes à argamassa com substituição do aglomerante por RCC.

Autor	Características	% da substituição	Parâmetros testados	Resultados
Menezes, Farias Filho, Ferreira, Neves e Ferreira (2009)	CP II Z 32 Resíduo serragem de granito e RCC cerâmico com partículas < 0,074 mm Traço 1:3 a/c=0,48	25, 35 e 50%	Índice de atividade pozolânica, compressão.	Os ensaios verificaram que o resíduo utilizado não apresenta atividade pozolânica. Em relação ao comportamento mecânico, os resultados mostraram que as argamassas com 25% de substituição apresentaram o mesmo desempenho que a argamassa de referência, e as argamassas com substituição de 35 e 50% aumentaram significativamente a resistência aos 28 dias.
Hongzheng (2012)	Resíduo de concreto e pó de calcário com partículas < 75 µm Traço 1:3	100%	Difração de raio X, compressão.	A difração de raio X mostrou que o cimento reciclado apresenta uma quantidade maior de cálcio e óxido de magnésio comparado ao cimento industrial. O ensaio de resistência mecânica das argamassas produzidas com cimento reciclado apresentaram valores de 12,1 MPa e 38,2 MPa,

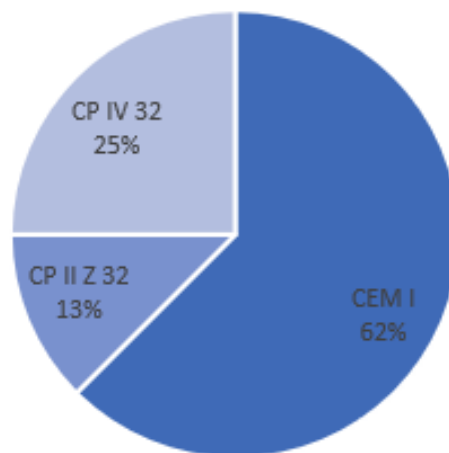
				para as idades de 3 e 28 dias, respectivamente.
Pereira (2015)	Cimento CEM I 42,5 R Resíduo cerâmico e cimentício com 90% das partículas < 16,34 µm Traço 1:3 a/c=0,5	5 e 10%	Trabalhabilidade, compressão, tração na flexão, carbonatação, absorção por capilaridade e penetração de cloretos.	O estudo mostrou que a incorporação dos resíduos proporcionou melhor trabalhabilidade e um ligeiro aumento da profundidade de carbonatação. Já o ensaio de penetração de cloretos indicou que as argamassas com substituição apresentaram maior resistência à penetração. Além disso, observou-se um pequeno acréscimo nas propriedades mecânicas das argamassas com resíduos.
Alonso (2016)	Cimento CEM I 42,5 R RCC misto com partículas médias < 7,19 µm Traço 1:3 a/c=0,28	5 e 10%	Trabalhabilidade, resistência, compressão e flexão, absorção por capilaridade.	Neste estudo verificou-se que a substituição do cimento por resíduo não influenciou na trabalhabilidade das argamassas. No entanto, os teores de substituição influenciaram na resistência de compressão, onde os valores foram inferiores aos das argamassas de referência. No que diz respeito à absorção por capilaridade, observou-se que todas as argamassas apresentaram comportamento semelhante.
Rocha (2016)	Cimento CEM I 42,5 R RCC misto com 90% das partículas < 30 µm Traço 1:3 a/c=0,28	5 e 10%	Índice de consistência, resistência à compressão, flexão, carbonatação acelerada, absorção por capilaridade e penetração acelerada de cloretos.	As argamassas com substituição apresentaram melhor trabalhabilidade. Verificou-se uma redução na resistência mecânica das argamassas com substituição por resíduo, principalmente na resistência inicial das mesmas. Constatou-se também que o teor de substituição dos resíduos influenciou na absorção por capilaridade das argamassas. Quanto à penetração de cloretos não houve diferenças significativas entre as argamassas de referência e as argamassas com 5% de substituição.
Silva (2016)	Cimento CEM I 42,5 R RCC misto com partículas médias < 7,13 µm Traço 1:3	5 e 10%	Ensaio de trabalhabilidade, resistência à compressão, resistência à tração, resistividade, reação alcali-sílica, resistência ao ataque por sulfatos, penetração de cloretos e carbonatação acelerada.	Os ensaios mostraram que as argamassas com teor de substituição de 10% apresentaram maior trabalhabilidade comparado ao traço de referência. Os resultados de resistência à flexão e compressão das argamassas com resíduos foram ligeiramente inferiores ao traço de referência e quando comparados os dois teores de substituição, o traço de 10% apresentou melhor desempenho.
Wizchrowska, Kazberuk e Pawluczuk (2019)	Cimento CEM I 42,5 R Resíduo com partículas < 250 µm Traço 1:3 a/c=0,5	25%	Índice de consistência, resistência à compressão, resistência à flexão e absorção.	Verificou-se que as argamassas com resíduos apresentaram menor índice de consistência, no entanto, manteve-se a trabalhabilidade realizando mais tempo de mistura, sem ser necessário adicionar água. Os ensaios de resistência à compressão indicaram que as temperaturas de calcinação mais elevadas, acima de 650 °C (tratamento realizado para remover a reatividade antiga dos resíduos) apresentaram melhor desempenho, alcançando resistência de até 30MPa. O mesmo foi evidenciado para a resistência à flexão das argamassas e capacidade de absorção.
Formigoni, Godinho, Junca e Antunes (2019)	Cimento CP IV 32 Resíduo de placas cerâmicas esmaltadas de corpo vermelho com partículas < 100 µm Traço 1:0,25:5,5 a/aglom=0,88	5, 12 e 20%	Índices de consistência, absorção da água, índice de vazios, massa específica, resistências à tração na flexão e resistência à compressão axial.	Os autores verificaram que os teores de substituição de 5 e 12% ocasionaram diminuição da porosidade dos corpos de prova. Eles também observaram que as argamassas com resíduos apresentaram melhores rendimentos na resistência à tração na flexão. Entretanto, os testes de resistência à compressão axial apresentaram um decréscimo de 0,9% e 2,5% para as substituições de 5 e 12%.

Schiller et al. (2021)	Cimento CP IV 32 Resíduos cimentícios (um de demolição e outro de uma indústria de pré-moldados) Partículas passantes na peneira 0,15mm retidas na peneira 45µm Traço 1:2:8	5, 10 e 15%	Resistência à compressão axial, tração por flexão, absorção de água por capilaridade, absorção de água por imersão e índices de vazios	Os autores verificaram que o resíduo proveniente da indústria de pré-moldados apresentou resistência à compressão axial similar ao traço de referência, na idade de 7 dias. Já aos 28 e 63 dias, observa-se que o resíduo de demolição apresentou equivalência estatística com o traço de referência, enquanto que as misturas com resíduos de pré-moldados obtiveram resistência inferior. O ensaio de tração por flexão indicou que com exceção do teor de substituição de 5% do resíduo de pré-moldado, que apresentou resistência superior ao traço de referência, os mais teores dos dois resíduos empregados melhoraram o desempenho das argamassas. Em relação aos parâmetros físicos analisados, os ensaios não evidenciaram diferença estatística entre as misturas analisadas.
------------------------	--	-------------	--	--

Fonte: Autores (2022).

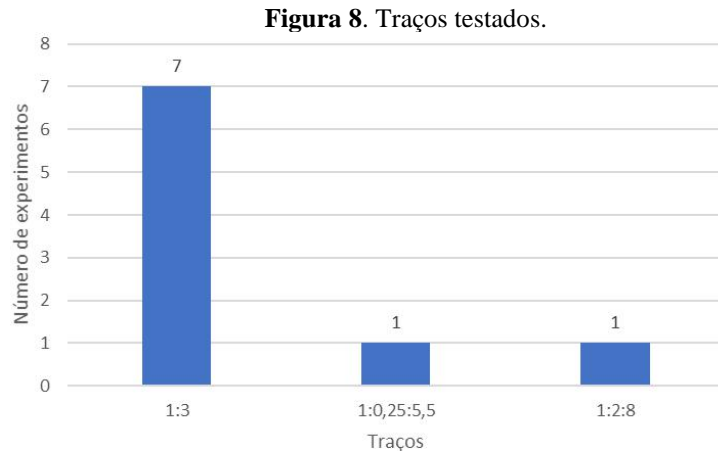
Analisando os estudos encontrados percebe-se que ainda são poucos os estudos utilizando resíduos cimentícios como componentes de argamassas, principalmente quando se trata da utilização deles como substituintes dos aglomerantes. Na figura 7 apresenta-se os tipos de cimento que foram utilizados nos estudos selecionados.

Figura 7. Tipos de cimentos testados.



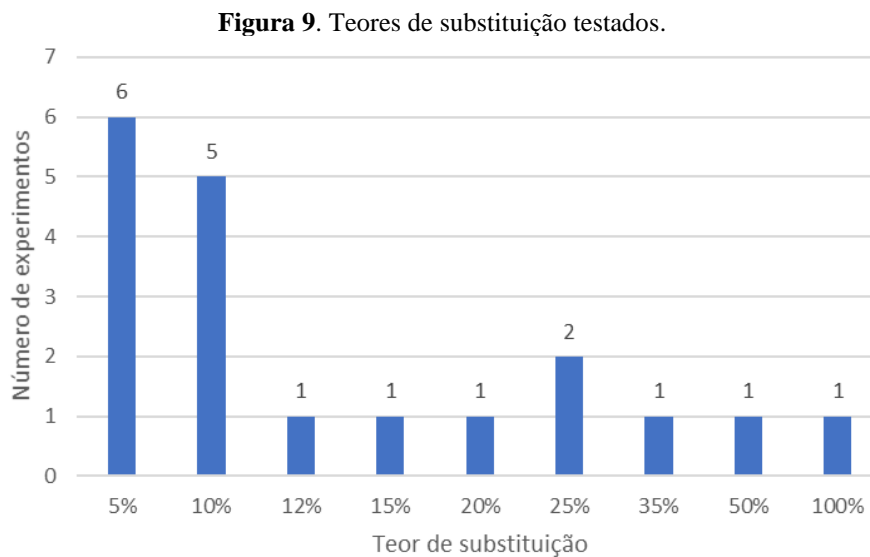
Fonte: Autores (2022).

Observa-se entre os estudos selecionados que seis dos nove trabalhos são internacionais e utilizaram como aglomerante o cimento CEM I. Outro fato que cabe destacar é que sete pesquisas testaram a influência em argamassas hidráulicas com traço de referência desenvolvido nas proporções 1:3 (cimento e areia), conforme observa-se na Figura 8.



Fonte: Autores (2022).

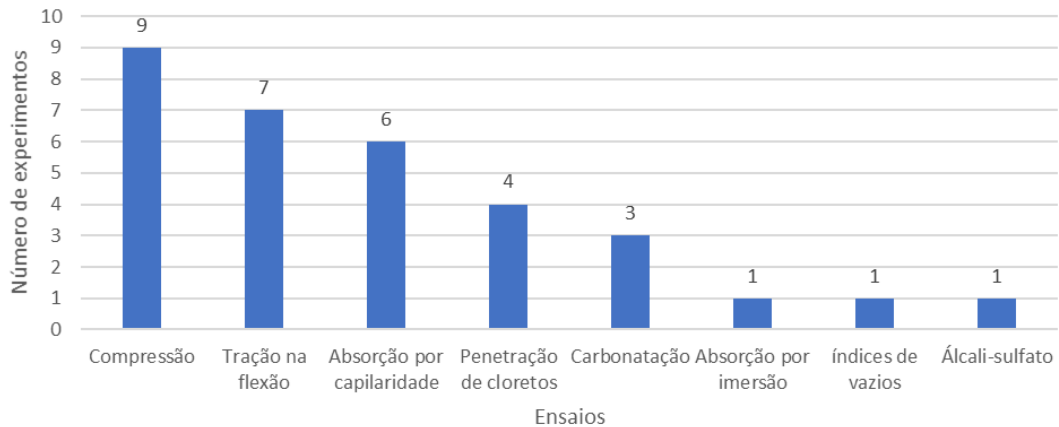
Os teores de substituição aplicados nos trabalhos apresentados na Tabela 3 variaram de 5% a 100%. No entanto, verifica-se, na Figura 9, que os teores de 5 e 10% foram os mais aplicados entre os experimentos avaliados.



Fonte: Autores (2022).

Para verificar a influência da substituição do cimento por resíduo, as misturas foram testadas por ensaio mecânicos e físicos. Na Figura 10 são apresentados os ensaios realizados. Nota-se que todos os estudos foram testados mecanicamente quanto a resistência à compressão. Já entre os parâmetros físicos, o ensaio de absorção por capilaridade foi o que apresentou maior números de experimentos.

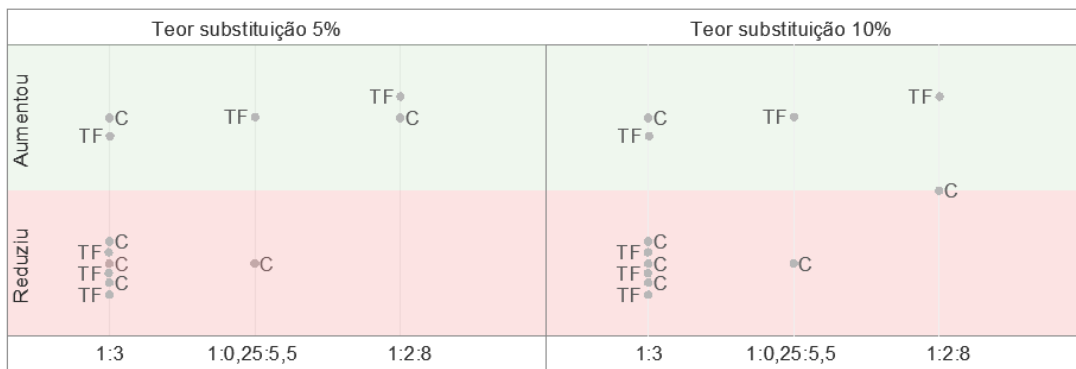
Figura 10. Ensaios realizados.



Fonte: Autores (2022).

Para verificar a influência da substituição do aglomerante por resíduos no desempenho mecânico das argamassas, selecionou-se os dois teores mais testados (5 e 10%) e analisou-se o comportamento das argamassas no ensaio de resistência à compressão e resistência à tração na flexão. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 11.

Figura 11. Comportamento mecânico das argamassas com substituição de 5 e 10%.



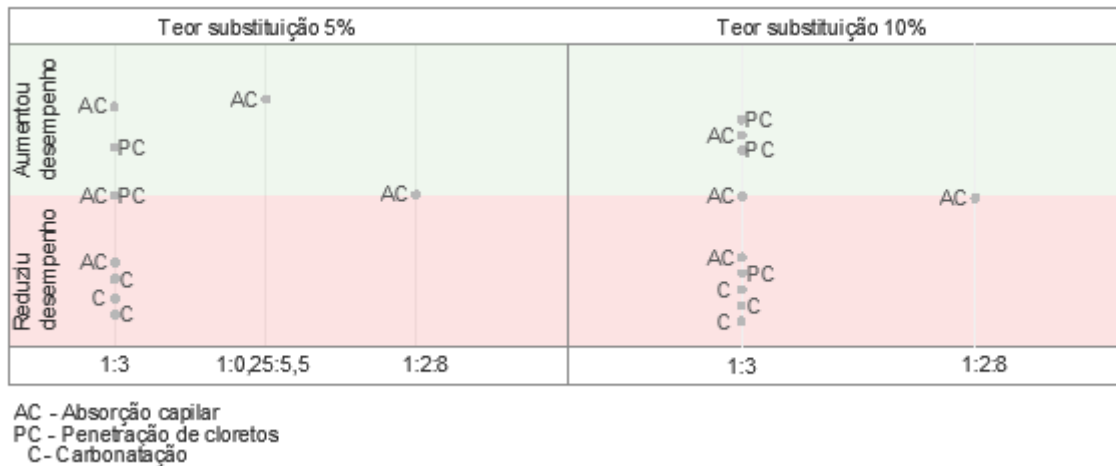
C - Resistência à compressão
 TF - Resistência à tração na flexão

Fonte: Autores (2022).

Os resultados, apresentados na Figura 11, demonstram que 75% dos estudos que utilizaram a proporção 1:3 (cimento e areia) apresentaram resistência inferior ao traço de referência para os dois teores de substituição testados, tanto para resistência à compressão quanto para resistência à tração na flexão. Além disso, observa-se que o traço misto 1:0,25:5,5 (cimento, cal e areia) não apresentou diferença de comportamento entre os teores de substituição de 5 e 10%. Já no traço 1:2:8 (cimento, cal e areia), identifica-se que o teor de 5% melhorou o desempenho a mecânico das misturas e o teor de 10% não interferiu na resistência à compressão delas.

Da mesma forma, os três parâmetros físicos com maior incidência de experimentos foram analisados, sendo eles: absorção de água por capilaridade, penetração de cloretos e carbonatação. A Figura 12 traz o resumo desta análise.

Figura 12. Comportamento físico das argamassas com substituição de 5 e 10%.



Fonte: Autores (2022).

Os dados da Figura 12 indicam que os três estudos, que testaram a profundidade de carbonatação das misturas, apresentaram acréscimo de área carbonatada, demonstrando que os teores de substituição de 5 e 10% reduziram o desempenho da argamassa frente a carbonatação. Já com relação a penetração de cloretos, observa-se que a adição dos resíduos melhora o desempenho das misturas. Por fim, no que diz respeito a absorção de água por capilaridade, nota-se um comportamento variado entre os estudos.

4. Considerações Finais

Apesar da relevância do tema, nota-se, diante das informações apresentadas, que ainda são poucos os estudos que testam a incorporação de resíduos de construção civil em argamassas, principalmente quando se trata da substituição do aglomerante, isso reforça a importância do desenvolvimento de estudos acerca dessa temática.

Considerando os estudos selecionados, é notável que o aglomerante mais utilizado nas pesquisas nacionais é o cimento Portland CP II. Já em relação aos traços utilizados, percebe-se uma variada relação de proporções testadas, sendo que os traços com maior incidência de experimentos foram as frações 1:3 e 1:2:8, para as misturas hidráulicas e mistas, respectivamente. Já com relação aos teores de substituição, verificou-se que o menor percentual testado foi de 5% e o maior foi de 100%. Com relação aos ensaios realizados para testar o desempenho das misturas, constatou-se que o ensaio de resistência à compressão foi realizado em todos os trabalhos.

Analisando os dados dos ensaios das pesquisas selecionadas, observa-se que os resultados obtidos foram diversificados. Entre as argamassas com substituição do agregado, verifica-se que a utilização do resíduo contribui para o aumento da absorção de água e redução da densidade de massa das misturas. Além disso, nota-se que os traços 1:4, 1:4,5, 1:2:8 e 1:2:9 apresentaram aumento na resistência mecânica. Já as argamassas que testaram a substituição do aglomerante por resíduos apresentaram resultados heterogêneos para os parâmetros físicos e tendência de redução do desempenho mecânico nos traços hidráulicos.

Por fim, considerando a importância de pesquisas que busquem alternativas para minimizar os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil, sugere-se, como tema para futuras pesquisas, uma revisão integrativa de literatura que busque os efeitos da incorporação de resíduos de outros segmentos industriais, como por exemplo: resíduos agrícolas, resíduos de cerâmica vermelha e resíduos de rochas ornamentais.

Referências

- Aguiar, N. C., Souza, V. B., Silva, A. S. P., Azevedo, A. R. G., Monteiro, S. N., & Alexandre, J. (2018). Utilização de resíduo de construção civil (RCC) na produção de argamassas. *Congresso Anual da ABM – Internacional*, São Paulo, SP, Brasil, 73.
- Alonso, A. M. J. (2016). Resíduos de vidro e resíduos de construção e demolição no cimento. (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Andrade, J. J., O; Squiavon J. Z., & Ortulan, T. L. P. (2018). Evaluation of mechanical properties and carbonation of mortars produced with construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, 161 (2018), 70-83. 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.089 09
- Araújo, N. N. (2014). *Desempenho de argamassas de revestimento produzidas com agregados reciclados oriundos do resíduo de construção e demolição da Grande Natal-RN* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2021). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021*. <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>.
- Azevedo, A. R. G., Cecchin, D., Carmo, D. F., Silva, F. C., Campos, C. M. O., Shtrucka, T. G., Marvila, M. T., & Monteiro, S. N. (2020). Analysis of the compactness and properties of the hardened state of mortars with recycling of construction and demolition waste (CDW). *Journal of Materials Research and Technology*, 9 (3), 5942-5952. 10.1016/j.jmrt.2020.03.122
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. A., Macedo, M. (2011). O método da revisão integrative nos estudos organizacionais. *Gestão e sociedade*, 5 (11), 121-136.
- Carasek, H., Girardi, A. C. C., Araújo, R. C., Angelim, R., & Cascudo, O. (2018). Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e revestimento. *Cerâmica*, 64 (370). 10.1590/0366-69132018643702244
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente. (2002). Resolução nº 307. Brasília. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acessado em: 04 abr. 2022
- Ferreira, R., Bruno, G., & Anjos, M. A. S. (2016). Caracterização e estudo comparativo entre dosagens de argamassas para revestimento, utilizando resíduos da construção civil (RCC) oriundos da Grande Natal/RN. *Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção sustentáveis*, São Pessoa, PB, Brasil, 2.
- Ferreira, R. L. S. (2017). *Efeitos da incorporação de areia reciclada de resíduos de construção e demolição (RCD) em argamassas mistas de revestimento*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.
- Formigoni, W. F., Godinho, D. S. S., Junca, E., & Antunes, E. G. P. (2019). Substituição do cimento Portland por resíduo de placa cerâmica em argamassa. *Revista Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, 16 (1), 62-67. 10.4322/2176-1523.20191605
- Jesus, S., Maia, C., Farinha, C. B., Brito, J., & Veiga, R. (2019). Rendering mortars with incorporation of very fine aggregates from construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, 229. 10.3390/infraestruturas 6010011
- Jochem, L. F. (2012). *Estudo das argamassas de revestimento com RCD* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Jochem, L. F. (2017). *Efeito do agregado reciclado dos resíduos de construção e demolição na retenção dos metais pesados em processos de solidificação e estabilização* (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Haubrick, S. C. O. P., & Gonçalves, J. R. M. R. (2020). Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC. *Augustus*, 25 (50), 12-32.
- Hongzheng, L., Hongmei, A., Fang, Y., & Lidong, H. (2012). Properties of mortar with recycled cement. *Applied Mechanics and Materials*, 193-194, 397-401.
- Kim, Y. J.; Choi, Y. W. (2012). Utilization of waste concrete powder as a substitution material for cement. *Construction and Building Materials*, 30, 500-504. 10.1016/j.conbuildmat.2011.11.042
- Kruger, P., Kossute, A. F., Chinelatto, A. S. A., & Pereira, E. (2020). Influência do teor de material pulverulento (<75 µm) do agregado miúdo de resíduos de construção e demolição em argamassas de cimento Portland. *Cerâmica*, 66, 507-515. 10.1590/0366-69132020663802976
- Martinez, P. S., Cortina, M. G., Martinez, F. F., & Sanchez, A. R. (2016). Comparative study of three types of fine recycled aggregates from construction and demolition waste (CDW), and their use in masonry mortar fabrication. *Journal of Cleaner Production*, 118, 162-169.
- Menezes, R. R., Farias Filho, J., Ferreira, H. S., Neves, G. A., & Ferreira, H. C. (2009). Reciclagem de resíduos da construção civil para a produção de argamassas. *Cerâmica*, 55 (335), 263-270.
- Monte Júnior, I. V. (2017). *Influência do agregado reciclado de concreto no comportamento de argamassas mistas para uso em revestimento*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.
- Morales, B. R. S. C. (2015). *Avaliação da Influência das Frações de Agregado Reciclado nas Propriedades das Argamassas de Revestimento*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Paula, P. R. F. (2010). *Utilização dos resíduos da construção civil na produção de blocos de argamassa sem função estrutural*. (Dissertação de mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Pereira, C. I. S. (2015). Resíduos de construção e demolição como substituto parcial do cimento. (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto, Portugal.

- Pimentel, L. L., Pissolato, O. J., Jacintho, A. E. P. G. A., & Martins, H. L. S. (2018). Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – avaliação de características físicas e mecânicas. *Revista Matéria*, 23 (1).
- Rocha, A. S. C., & Rezende, K. S. (2018). Análise da viabilidade de reutilização do material de demolição da construção civil voltada à produção de argamassas para revestimento. *UniScientiae*, 1 (1), 32-40.
- Rocha, T. S. V. (2016). Resíduos de construção e demolição como substituto parcial do cimento – efeito na durabilidade em materiais cimentícios. (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Sá, M. V., Malheiros, A. J. A., & Santana, C. G. (2018). A importância da resolução CONAMA 307 para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil. *Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável*, 9.
- Severino Junior, W. O. (2021). Construção verde: emprego de recursos renováveis na construção civil. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciência e Educação*, 7 (7). 1051891/rease.v7i7.1719
- Schiller, A. P. S., Paliga, C. M., & Torres, A., S. (2021). Estudo da potencialidade da substituição parcial do cimento por resíduos da construção civil em argamassa de revestimento. *Research, Society and Development*, 10 (8), e31410817342. 10.33448/rsd-v10i8.17342
- Silva, A. F. C. (2016). Resíduos de mármore e resíduos de construção e demolição no cimento. (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Silva, L. S., Nogueira, M. H. P., Lima, G. K. M., Cipriano, F. S., & Batista, N. J. S. (2018). Incorporação de resíduos de polimento de placas de mármore e granito em argamassas colantes industrializadas AC-I. *Revista de ciência e tecnologia*, 4 (7). 10.18227/rct.v4i7.5113
- Souza, J. S., & Leite, M. B. (2020). Avaliação da produção e comportamento de argamassas com agregados reciclados de resíduo da construção e demolição. *Brazilian Journal of Development*, 6 (10), 79872-79887. Doi:10.34117/bjdv6n10-421
- Valporto, M. S., & Azevedo, S. (2016). Gestão do design na identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. *Estudos em Design*, 24 (1), 124-151.
- Wichrowska, K. K., Kazberuk, M. K., & Pawluczuk, E. (2020). The properties of composites with recycled cement mortar used as a supplementary cementitious material. *Materials*, 13 (64).
- Zina, C. M., Blumenschein, R. N., & Durante, L. C. (2020) Atributos de desempenho ambiental: um estudo sobre as potencialidades, dificuldades e soluções para o futuro. – *Encontro de Sustentabilidade em Projeto*, Florianópolis, SC, Brasil, 9.