

## **EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO POR RESÍDUO DE VIDRO EM ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

Felipe Pohl Streb (UNIVATES) E-mail: [felipe.streb@universo.univates.br](mailto:felipe.streb@universo.univates.br)

Emanuele Amanda Gauer (UFSM) E-mail: [emanuele.gauer@ufsm.br](mailto:emanuele.gauer@ufsm.br)

**Resumo:** Com o viés da sustentabilidade na construção civil, este trabalho busca identificar a viabilidade física e mecânica da utilização de um resíduo de vidro como alternativa de substituição ao agregado miúdo. Desta maneira, o programa experimental da pesquisa possui duas etapas, sendo a primeira voltada a caracterização dos materiais e a segunda na preparação da argamassa e sua análise no estado fresco e endurecido. Para argamassa de traço 1:1:6 (cimento : cal : areia), com teores de substituição de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35% de volume em comparação à argamassa de referência (sem substituição do agregado miúdo). A avaliação com índice de consistência determinado em  $260 \pm 10$  mm, apresentou comportamento similar nas capacidades de retenção de água, resistência à aderência e absorção de água por capilaridade, redução na densidade de massa e aumento das resistências à tração na flexão e à compressão.

**Palavras-chave:** Argamassa de revestimento; Resíduo de vidro; Agregado miúdo; Sustentabilidade

## **EFFECTS OF REPLACING THE FINE AGGREGATE WITH GLASS RESIDUE IN COATING MORTAR**

**Abstract:** With sustainability in civil construction bias, this work seeks to identify the physical and mechanical viability of using a glass residue as an alternative to replace fine aggregate. In this way, the experimental research program has two stages the first being the characterization of the materials and the second in the preparation of the mortar and its analysis in the fresh and hardened state. For 1:1:6 mix mortar (cement : lime : sand), with substitution levels of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35% by volume compared to the reference mortar (without replacing the fine aggregate). The evaluation with a consistency index at  $260 \pm 10$  mm, showed a similar behavior in the water retention capacities, resistance to adhesion and water absorption by capillarity, reduction in mass density and increase in tensile strengths in flexion and compression.

**Keywords:** Mortar coating; Glass residue; Fine aggregate; Sustainability

### **1. Introdução**

A indústria da construção civil é responsável pela movimentação de diferentes setores da economia, em virtude da composição de sua cadeia produtiva, que, além da construção, tem também a participação das indústrias de materiais e equipamentos, o comércio dos mesmos e a prestação de serviços. Sendo assim, ela é considerada uma atividade produtiva muito importante em diferentes países.

Neste sentido, o consumo de recursos naturais pode ser considerado um dos principais problemas ambientais gerados pela indústria da construção civil, tendo em vista a grande quantidade e a variedade de materiais necessários, além de serem recursos finitos e extraídos diretamente do meio ambiente. Em contrapartida, outro problema mundial é a produção de elevadas quantidades de resíduos sólidos provenientes de indústrias, de residências, de diferentes estabelecimentos e também da construção civil. Muitas vezes, não é dada uma destinação final correta a estes resíduos, o que contribui

para a geração de poluição de recursos hídricos, da atmosfera e dos solos, além de problemas socioeconômicos.

O agregado miúdo mais comum a ser empregado na produção de argamassas é a areia lavada, extraída de jazidas ou produzidas pelo processo de britagem. Desta maneira, há um consumo de materiais finitos, além da interferência gerada ao meio ambiente pelos processos de extração.

O vidro, por sua vez, consiste de um dos resíduos sólidos gerados em quantidades elevadas e nos diferentes tipos de indústrias. Entretanto, este material é potencialmente reciclável e, conforme dados do CEMPRE (2012), países europeus como Alemanha e Suíça reciclam mais de 90% do vidro produzido. Já, no Brasil, a estimativa para o ano de 2011 foi de que 47% foi reciclado do montante de 980 mil toneladas produzidas. Porém, conforme PRS (2013), a reciclagem é impossibilitada quando o material se apresenta em partículas menores que 15 mm.

Diante do cenário exposto, uma visão sustentável para a construção civil é a utilização de determinados materiais como substitutos daqueles que são comumente empregados. Como dito anteriormente, o vidro quando muito fragmentado, não é um material apto a ser reciclado, sendo que ANAVIDRO (2016) indica que ele se trata de um resíduo sem utilidade. Uma boa opção para reaproveitar o resíduo de vidro pode ser na substituição da areia (agregado miúdo) ou do cimento Portland em concretos de argamassas, uma vez que o componente principal de ambos os materiais é a Sílica ( $\text{SiO}_2$ ). Desta forma, consegue-se dar ao resíduo de vidro uma destinação ambientalmente correta, uma vez que ele é inapto à reciclagem, se considerar que não volta à sua forma original.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa consiste em avaliar as propriedades físicas e mecânicas da argamassa de revestimento com a substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro, verificando a viabilidade que diferentes teores terão nos estados fresco e endurecido, em relação ao traço de referência (sem substituição).

## **2. Material e métodos**

Como esta pesquisa objetiva analisar o comportamento físico e mecânico da argamassa de revestimento com substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro, o programa experimental foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa, os materiais foram caracterizados, enquanto que na segunda, foi preparada uma argamassa mista de traço em volume 1:1:6 (cimento:cal:areia), por ser um traço comumente empregado para revestimento, com teores de substituição em volume de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35% do agregado em comparação à argamassa de referência (utilizando somente agregado natural, sem resíduo), e na realização dos ensaios no estado fresco e endurecido, em que foram avaliados o índice de consistência, a retenção de água, a densidade de massa, a resistência a aderência, a permeabilidade e as resistências à tração na flexão e à compressão.

### **2.1 Caracterização dos materiais**

O resíduo de vidro é proveniente do processo de jateamento abrasivo com ar comprimido, utilizado por uma empresa da região do Vale do Taquari (no estado do Rio Grande do Sul) para remoção de pintura em metais. Antes de ser submetido ao processo de abrasão, o metal é aquecido até temperaturas elevadas, fazendo com que a tinta queime, transformando-se em pó durante o processo de jateamento a seco. A poeira gerada é sugada por um filtro e as partículas de vidro vão se fracionando até tornar-se o resíduo que foi utilizado nesta pesquisa, sendo que não há um ponto de descarte ambientalmente correto na região.

Foram comparadas as propriedades do resíduo de vidro e do agregado miúdo, sendo que a primeira análise foi a granulometria, realizada por peneiramento. O processo de peneiramento destes materiais para análise granulométrica está de acordo com as diretrizes do ensaio descrito pela NBR NM 248 (ABNT, 2003) e foi executado com amostras de 1kg, secas previamente em estufa, de modo que fosse garantido que não houvesse presença de umidade no momento da execução do ensaio e também para as etapas seguinte. Na **Figura 1**, é possível visualizar a distribuição granulométrica dos materiais granulares utilizados nesta pesquisa.

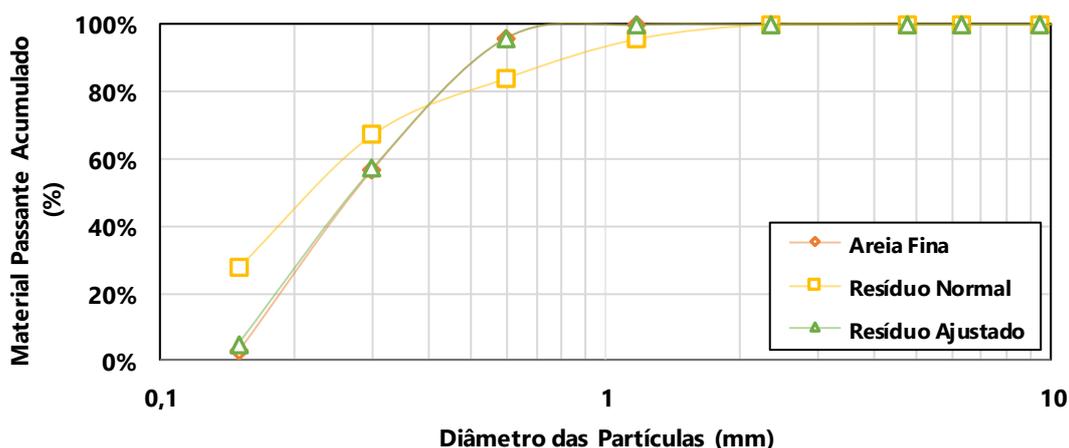


Figura 1 – Curva de distribuição granulométrica

Tendo em vista que o objetivo é a utilização do resíduo de vidro como substituto da areia fina, a maneira que ajustou-se a granulometria do resíduo, de modo a aproximar as características da argamassa produzida com resíduo de vidro das características daquela sem nenhum teor de substituição, gerando uma curva praticamente idêntica à distribuição granulométrica da areia, como pode-se notar na Figura 1. O resíduo de vidro com granulometria corrigida foi utilizado nas demais etapas da pesquisa.

Após a correção da granulometria, a amostra do resíduo foi submetida, juntamente com a amostra da areia fina, aos ensaios de massa específica e de massa unitária. A determinação da massa específica dos materiais foi realizada conforme os procedimentos da NBR 16916 (ABNT, 2021), consistindo em manter uma amostra de 1 kg submersa durante 24 horas. Após este período, a água foi retirada e a amostra deixada espalhada em uma bandeja metálica para que secasse por ação natural do ar. Os procedimentos foram executados de maneira que o cone desmoronasse com a retirada do molde.

A massa unitária dos materiais foi determinada de acordo com a NBR 16972 (ABNT, 2021). Com os materiais secos, foi adotado o “método C”, onde um recipiente de volume e massa conhecidos foi preenchido com o material e posteriormente foi feita a determinação da massa do conjunto.

O módulo de finura consiste na soma das porcentagens retidas acumuladas, em massa, da série normal, dividida por 100. A dimensão máxima característica (DMC) corresponde à malha da peneira da série normal onde a porcentagem retida acumulada foi menor ou igual a 5%.

Já as propriedades dos aglomerantes utilizados (cimento CP-IV 32 RS e cal hidratada CH-II) foram obtidas a partir de dados dos seus fabricantes, sendo determinados de

acordo com os procedimentos da NBR 16605 (ABNT, 2017).

Os resultados dos ensaios de caracterização dos agregados (areia fina e resíduo de vidro) e dos aglomerantes (cimento e cal) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades dos materiais

	Areia Fina	Resíduo de Vidro	Cimento	Cal
<b>Módulo de Finura</b>	1,42	1,40	-	-
<b>DMC (mm)</b>	0,60	0,60	-	-
<b>Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2,76	2,37	2,83	2,23
<b>Massa unitária (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,56	1,48	0,98	0,62

Fonte: Autores

De posse dos resultados dos ensaios de caracterização, foi possível constatar a similaridade nos materiais granulares, sendo, desta maneira, possível a realização do programa experimental.

## 2.2 Programa experimental

Antes da preparação da argamassa foram produzidas 8 paredes de tijolos maciços com dimensões 60 cm x 40 cm. A cada uma delas foi aplicada uma camada de chapisco produzido com traço 1:3 (cimento:areia) e com bastante fluidez, como indicado pela NBR 7200 (ABNT, 1998).

Neste estudo, foi utilizado um revestimento de traço 1:1:6 (cimento:cal:areia) em volume, com espalhamento  $260 \pm 10$  mm, considerando que o mesmo tem menor consumo de cimento se comparado ao traço 1:4, utilizado em pesquisas com mesmo tema, e é de uso comum para argamassas de revestimento. Desta forma, primeiramente foram quantificados os materiais para o traço de referência e cada um dos teores de substituição. Posteriormente, foi realizada a preparação da argamassa, e foram executados os ensaios no estado fresco.

Os ensaios realizados no estado fresco foram de determinação do índice de consistência, de retenção de água, de densidade de massa e de teor de ar incorporado.

A determinação do índice de consistência, conforme a NBR 13276 (ABNT, 2016), foi realizada antes da utilização da argamassa em qualquer procedimento. Sendo ele o valor médio de três diâmetros obtidos após 30 quedas da mesa de consistência, pré-determinada para  $260 \pm 10$  mm, foi utilizada para comparar a relação água/cimento.

A capacidade de retenção de água para as argamassas foi determinada através do método descrito pela NBR 13277 (ABNT, 2005), onde a argamassa adensada sob o prato do funil foi sujeita a sucção com pressão de 51 mmHG durante 15 minutos.

A densidade de massa e teor de ar incorporado teve como base os procedimentos descritos pela NBR 13278 (ABNT, 2005). A densidade é determinada com a relação massa/volume da argamassa em um recipiente não absorvente de capacidade conhecida. Utilizando dados da densidade de massa e a densidade de massa teórica da argamassa, o teor de ar incorporado é determinado.

No estado endurecido, foram realizados os ensaios de resistência à aderência, absorção de água por capilaridade, resistência à tração na flexão e à compressão.

Para execução do ensaio de determinação da resistência à tração na flexão e à compressão foram moldados seis corpos-de-prova (CP) prismáticos de 40 mm x 40 mm x 160 mm, sendo três para idade de 7 dias e três para 28 dias para cada um dos teores de substituição e para a argamassa de referência.

A preparação para execução do ensaio de determinação de resistência de aderência a tração, consistiu em revestir cada uma das paredes moldadas com a argamassa de referência e de cada um dos teores de substituição. O revestimento foi aplicado manualmente de acordo com a NBR 7200 (ABNT, 1998), com espessura de 20 mm, a superfície foi desempenada visando dar um acabamento final.

Foram moldados mais três CP cilíndricos para cada teor de substituição e para a argamassa de referência, conforme a NBR 7215 (ABNT, 2019) para execução aos 28 dias do ensaio de determinação da absorção de água por capilaridade NBR 9779 (ABNT, 2012). O referido ensaio analisa a quantidade de água absorvida pela argamassa para intervalos de tempo de 3, 6, 24, 48 e 72 horas.

Para determinar a resistência à aderência foram obedecidos os procedimentos descritos pela NBR 13528 (ABNT, 2019). Primeiramente, foi executado o corte no revestimento, após, foi feita a colagem e então o ensaio de arrancamento. Posteriormente, foi feita a determinação da resistência à tração e à compressão.

Para a determinação de resistência à tração na flexão e à compressão conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005), 3 CP para cada teor e argamassa de referência foram submetidos ao teste para 7 e 28 dias de cura. Primeiramente foi executado o ensaio de resistência à tração na flexão.

Com os CPs rompidos à tração na flexão foram executados os ensaios de resistência à compressão.

A **Figura 2** apresenta imagens de todas as etapas do programa experimental descritas anteriormente.



Figura 2 – Etapas do programa experimental: (a) Paredes moldadas sem chapisco; (b) determinação do índice de consistência da argamassa; (c) determinação da retenção de água; (d) corpos-de-prova prismáticos; (e) paredes revestidas; (f) ensaio de arrancamento; (g) determinação da resistência à tração na flexão; (h) determinação da resistência à compressão

### 3. Resultados

Com o objetivo de avaliar a viabilidade da substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro, apresentam-se, nesta seção, os resultados obtidos para as propriedades físicas e mecânicas da argamassa em estudo, analisando o desempenho dos diferentes teores de substituição.

A Tabela 2 apresenta o resumo de resultados dos índices de consistência, retenção de água, densidade de massa e teor de ar incorporado para a argamassa de referência (sem substituição do agregado miúdo pelo resíduo de vidro) e para cada teor de substituição da areia pelo resíduo. Além disso, a Tabela 2 apresenta também os resultados da resistência média à aderência (tração no revestimento aplicado às paredes moldadas com argamassa de diferentes teores de substituição), cujo ensaio é realizado no estado endurecido, aos 28 dias.

Tabela 2 – Resumo dos resultados

Teor de substituição	Ø (mm)	Relação a/c	Retenção de água (%)	Densidade de massa (kg/m <sup>3</sup> )	Teor de ar incorporado (%)	Resistência à Aderência (MPa)
0%	260	1,42	84,54	2142,54	21,50	0,32
5%	259	1,40	84,67	2076,96	23,37	0,32
10%	260	1,41	84,69	2039,06	24,26	0,32
15%	258	1,40	84,69	2002,62	25,10	0,31
20%	257	1,39	84,74	1985,13	25,25	0,31
25%	258	1,40	84,78	1912,30	27,50	0,31
30%	258	1,41	85,28	1886,02	28,02	0,30
35%	256	1,39	85,35	1835,01	29,50	0,30

Fonte: Autores (2022)

Observa-se que a relação água/cimento não tem alteração para o índice de consistência determinado. Indicando que a utilização do resíduo de vidro mantém o mesmo comportamento que a areia.

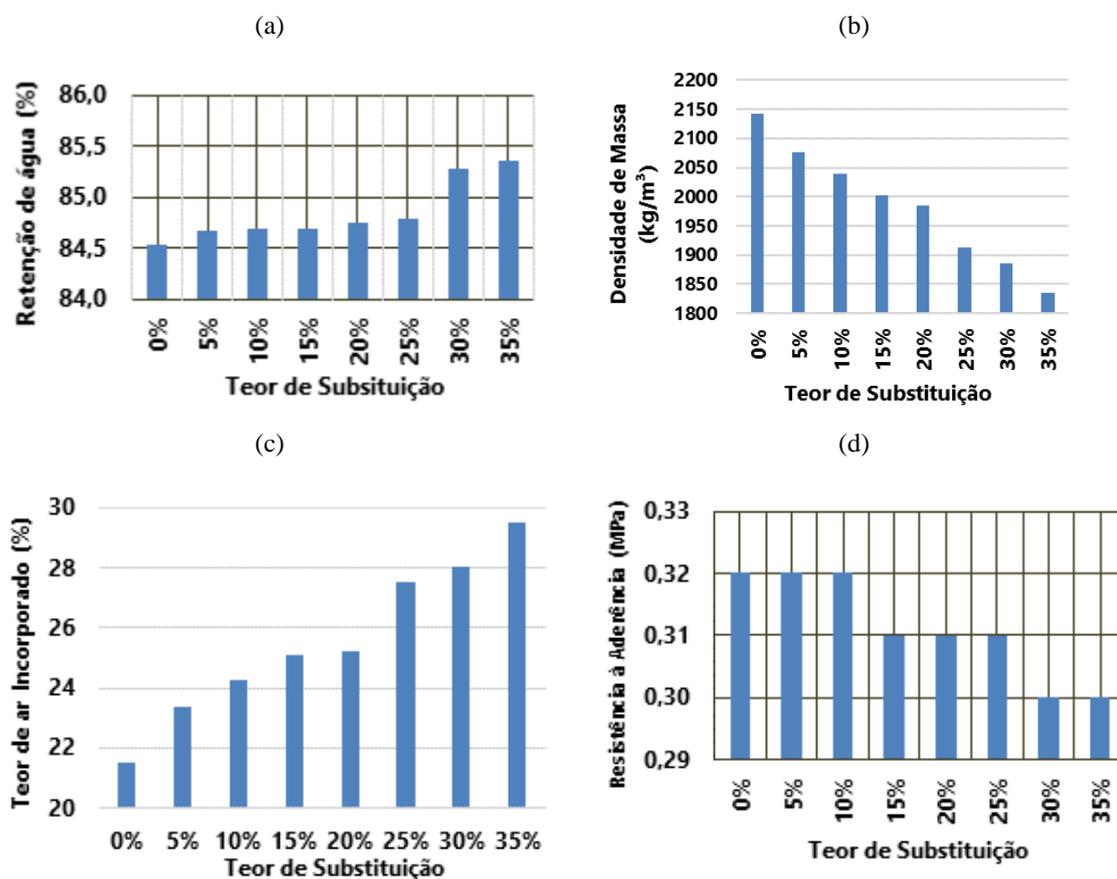
Os resultados demonstram, ainda, uma alta capacidade de retenção de água pelas argamassas, sendo que, à medida que a porcentagem de substituição do agregado miúdo pelo resíduo de vidro aumenta, há um acréscimo não-linear para esta capacidade, como apresentado na **Figura 3a**. Precisamente, a variação de retenção de água entre o teor de 0 e 35%, a menor e a maior retenção, foi de 0,81%. Desta maneira, garante-se que o processo de endurecimento será correto para todos teores de substituição, mantendo a hidratação durante o processo de cura. Baía e Sabbatini (2008) apontam que, quanto maior a capacidade da argamassa de reter a água no estado fresco melhor será sua trabalhabilidade. Durante o processo de endurecimento, garante-se, assim, a hidratação adequada, contribuindo para melhora na aderência, absorção de deformações e para uma maior resistência mecânica.

Sobre a densidade de massa, nota-se na **Figura 3b** que ela reduz quanto maior é o teor de substituição, chegando a uma variação máxima de aproximadamente 14,4% no comparativo entre a argamassa de referência e o teor de substituição de 35%.

Para o teor de ar incorporado (**Figura 3c**), o comportamento observado é o contrário, sendo que, no mesmo intervalo de 0 a 35%, há um aumento de 8%. Isto indica que um maior teor de substituição torna a argamassa mais leve e com maior trabalhabilidade,

representando uma melhor aderência ao substrato, maior facilidade de projeção e, por consequência disso, um melhor acabamento superficial, conforme afirma Recena (2008).

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013), a espessura admissível máxima para revestimentos internos e mínima para revestimentos externos e tetos é de 20 mm. Também estão indicados os limites de resistência à tração conforme a finalidade da argamassa. Analisando os resultados obtidos, é possível afirmar que todas as argamassas com substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro têm resistência próxima a 0,3 MPa, considerada resistência mínima para aplicação em áreas externas, enquanto que, para as áreas internas, a resistência deve ser maior que 0,2 MPa. Através da observação do tipo de ruptura os resultados devem ser considerados como a resistência real, já que as formas de ruptura verificadas foram entre substrato/chapisco e chapisco/argamassa. Porém, o aumento do teor de substituição do agregado miúdo pelo resíduo de vidro indica possível queda, comparando a argamassa sem resíduo e aquela com 35% de substituição, na média de resistência à aderência, como demonstra a **Figura 3d**.



**Figura 3** – Resultados de (a) retenção de água; (b) densidade de massa; (c) teor de ar incorporado e (d) resistência à aderência

Penacho (2012) analisou o teor de ar incorporado, a massa volumétrica no estado fresco e a retenção de água de argamassas (com teores de substituição de 20, 50 e 100% do agregado miúdo pelo resíduo de vidro e os resultados apresentados demonstraram que, conforme aumenta o teor de substituição, há diminuição da massa volumétrica no estado fresco, aumentando o teor de ar incorporado e a retenção de água das argamassas. Os

resultados apresentados na Figura 3a e 3c corroboram com o comportamento encontrado por ele.

A determinação da absorção de água por capilaridade, aos 28 dias, apresentou os resultados expressos na Tabela 3, para os diferentes tempos de ensaio. Os resultados indicam que a absorção foi maior nas primeiras 3 horas em que a argamassa foi submetida ao contato com a água, como mostra a Figura 4, tendo um menor aumento nas horas seguintes. Na Figura 4, observa-se, ainda, que os diferentes teores de substituição não apresentam grande interferência na absorção de água por capilaridade quando comparados com o traço de referência, mas sim no tempo que levam para absorver praticamente a mesma quantia de água.

Tabela 3 – Absorção de água por capilaridade

Teor de substituição	Absorção de água (g/cm <sup>2</sup> )				
	3h	6h	24h	48h	72h
0%	1,74	2,06	2,15	2,18	2,19
5%	1,62	1,94	2,12	2,15	2,18
10%	1,63	1,88	2,11	2,14	2,15
15%	1,67	1,85	2,04	2,10	2,15
20%	1,66	1,88	2,02	2,08	2,16
25%	1,63	1,84	2,00	2,07	2,14
30%	1,63	1,86	1,98	2,04	2,14
35%	1,61	1,74	1,96	2,04	2,13

Fonte: Autores (2022)

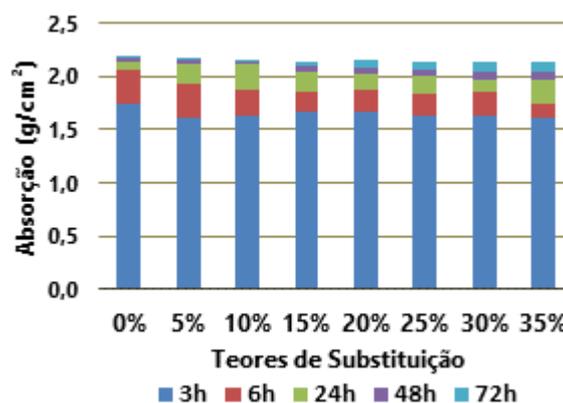


Figura 4 – Resultados de absorção de água por capilaridade

Na análise da determinação de resistência à tração na flexão e à compressão, os CP prismáticos moldados foram submetidos aos testes com idades de 7 e 28 dias. Para o ensaio de tração na flexão, foram obtidos os valores médios da Tabela 08. Posteriormente, os corpos de prova rompidos foram submetidos ao ensaio de compressão, gerando os resultados de resistência indicados na Tabela 4.

Para uma melhor visualização dos resultados, os dados da Tabela 4 foram graficados e podem ser visualizados na Figura 5. Considerando os resultados obtidos para 7 e 28 dias, observa-se que, para as argamassas que possuem teores de substituição de 5 a 30%, as resistências aumentam gradativamente, tendo o teor de 30% de substituição

uma resistência 37,2% maior que a da argamassa de referência. Para o teor de 35% de substituição a resistência diminui, porém estas amostras ainda apresentaram resistência 3,6% superior à da argamassa de referência.

Tabela 4 – Resistência à tração e à compressão das argamassas

Teor de substituição	Idade	Resistência à tração na flexão (MPa)			Resistência à compressão (MPa)		
		Média	Mediana	Desvio Padrão	Média	Mediana	Desvio Padrão
0%	7 dias	0,39	0,39	0,01	0,80	0,79	0,02
	28dias	1,15	1,18	0,06	4,41	4,48	0,12
5%	7 dias	0,46	0,39	0,12	1,23	1,21	0,03
	28dias	1,77	1,77	0,01	4,70	4,77	0,12
10%	7 dias	0,56	0,59	0,06	1,36	1,38	0,03
	28dias	1,80	1,79	0,01	4,79	4,74	0,09
15%	7 dias	0,52	0,59	0,12	1,24	1,26	0,03
	28dias	1,81	1,77	0,07	4,93	4,91	0,03
20%	7 dias	0,52	0,49	0,06	1,20	1,21	0,02
	28dias	1,84	1,86	0,04	5,24	5,26	0,03
25%	7 dias	0,56	0,59	0,06	1,35	1,36	0,02
	28dias	1,86	1,84	0,03	5,40	5,42	0,03
30%	7 dias	0,59	0,59	0,00	1,41	1,42	0,01
	28dias	1,93	1,97	0,06	6,05	6,06	0,02
35%	7 dias	0,46	0,39	0,12	1,17	1,18	0,01
	28dias	1,22	1,19	0,06	4,57	4,58	0,03

Fonte: Autores (2022)

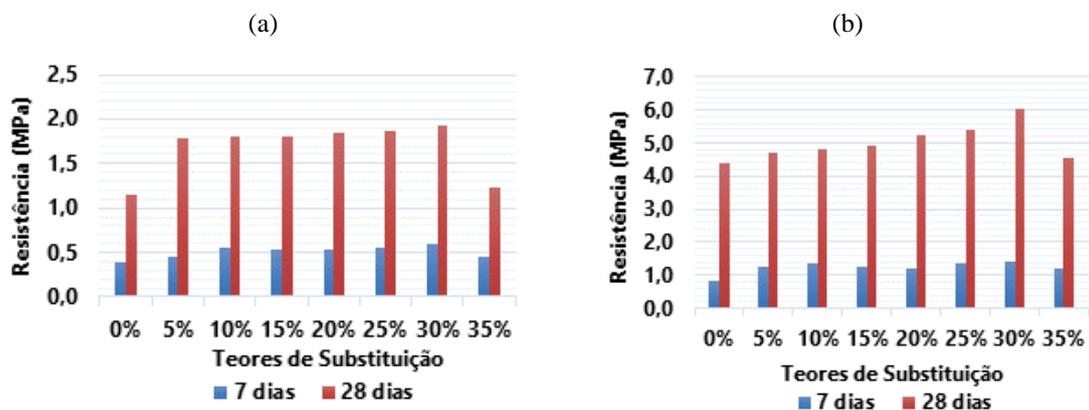


Figura 5 – Resultados de (a) resistência à tração na flexão (b) resistência à compressão

Não há um valor de resistência mínimo indicado por norma para argamassas de revestimento. No entanto, a NBR 13281 (ABNT, 2005) estabelece as classes de resistência de acordo com o método de ensaio. ENGEMAT (2014) indica que a resistência a compressão ideal para argamassas de revestimento deve ser superior a 2,0 MPa e inferior 8,0 Mpa. Deste modo, é possível afirmar que os resultados obtidos apresentam a resistência adequada.

Penacho (2012) demonstrou que a resistência à flexão e à compressão aumentam até o teor de substituição 20%, com pequena alteração para 50% e resultados inferiores à

argamassa de referência no teor de 100%.

Na comparação com resultados de resistência de Trentin et al (2020), que utilizaram argamassas com o mesmo traço desta pesquisa, os resultados são similares. É possível identificar um comportamento similar nos dados relatados, ou seja, conforme o teor de substituição do agregado miúdo natural (areia) pelo resíduo de vidro aumenta, a resistência também aumenta, da mesma forma que observado na presente pesquisa.

### **3. Considerações finais**

O presente trabalho apresentou o estudo da viabilidade da substituição do agregado miúdo por resíduo de vidro em argamassas de revestimento, comparando resultados obtidos através de ensaios normatizados, para uma argamassa mista com traço 1:1:6 com teores de substituição de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35% em relação à argamassa de referência, utilizando 100% de agregado miúdo natural.

O reaproveitamento do resíduo de vidro como substituição da areia fina em argamassa de revestimento apresentou resultados positivos em todos teores de substituição se comparados com a argamassa de referência. Sendo uma argamassa de maior leveza, trabalhabilidade e resistência.

Portanto é possível afirmar que é viável física e mecanicamente a substituição parcial do agregado miúdo pelo resíduo de vidro. No caráter sustentável surge a possibilidade da utilização de um material não mais reciclável por um bem finito, que é a areia. Os autores sugerem o estudo com teores de substituição maiores, de maneira que possa reduzir ainda mais a quantidade de agregado miúdo natural a ser empregado na produção de argamassas de revestimento.

### **Referências**

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica.* Rio de Janeiro, 2003.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência.* Rio de Janeiro, 2016.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *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.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água.* Rio de Janeiro, 2005.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado.* Rio de Janeiro, 2005.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.* Rio de Janeiro, 2005.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.* Rio de Janeiro, 2019.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.* Rio de Janeiro, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica.* Rio de Janeiro, 2017.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 16916: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água.* Rio de Janeiro, 2021.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 16972: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios.* Rio de Janeiro, 2021.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.* Rio de Janeiro, 1998.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos.* Rio de Janeiro, 2019.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade.* Rio de Janeiro, 2012.

**ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE VIDRAÇARIAS (ANAVIDRO).** *Aprenda como reciclar e descartar cacos e pó de vidro.* 2016. Disponível em: <<https://www.anavidro.com.br/aprenda-como-reciclar-e-descartar-cacos-e-po-de-vidro/#:~:text=Para%20elas%2C%20o%20descarte%20n%C3%A3o,fornece%20se%20e%20recolhe%20sucata.>>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

**BAÍA, Luciana L. M.; SABBATINI, Fernando H.** *Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa.* 4. Ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

**Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE).** *Fichas Técnicas: Vidro.* 2012. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 01 de junho de 2020.

**PENACHO, Paulo Medeiros.** *Desempenho de argamassas com incorporação de agregados finos de vidro: Reciclagem de agregados (RCD) e reação álcalis-sílica (RAS).* 428 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, 2012.

**Portal Resíduos Sólidos (PRS).** *Reciclagem de Vidro.* 2013. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-vidro/>>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

**RECENA, Fernando A. P.** *Conhecendo Argamassa.* 1. Ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2008.

**TRENTIN, Priscila Ongaratto; MANICA, Jocasta; VANZETTO, Suelen Cristina; MARANGONI, Bruno; ZALESKI, Alessandra.** Substituição parcial de agregado miúdo por resíduo de vidro moído na produção de argamassa. *Revista Matéria.* V. 25, n. 1, 2020.