

Análise da argamassa de revestimento com a adição de pó de vidro

Josiane Marcela Lemos dos Santos

Graduanda em Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Naiara Gonçalves dos Reis

Graduanda em Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Jean Carlos Rodrigues

Professor do Centro Universitário Newton Paiva

DOI: [10.47573/aya.5379.2.61.6](https://doi.org/10.47573/aya.5379.2.61.6)

RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de elaborar uma argamassa que promova uma utilização racional dos insumos naturais requeridos, haja visto que este material é empregado em vasta escala no âmbito da construção civil. Esta racionalização é idealizada a partir do princípio de comparação entre uma argamassa convencional de referência e argamassa fabricada com substituição parcial da areia natural (agregado miúdo) pelo pó de vidro (rejeito proveniente da aplicação do vidro em diversos setores, que são dispostos na natureza sem manejo de cunho ambiental). Argamassas experimentais foram produzidas e submetidas ao ensaio de compressão axial e análise de propriedades, obtendo resultados subvencionantes à potencialização das características que ocorrem quando esta substituição parcial é realizada.

Palavras-chave: argamassa. vidro. pó de vidro. agregado miúdo.

ABSTRACT

The present work has the purpose of elaborating a mortar that promotes a rational use of the required natural inputs, since this material is used in a wide scale in the scope of the civil construction. This rationalization is idealized from the principle of comparison between a conventional mortar and mortar made with partial replacement of natural sand (small aggregate) by glass powder (waste from the application of glass in several sectors, which are arranged in nature without environmental management). Experimental mortars were produced and submitted to the axial compression test and properties analysis, obtaining results that subsidize the potentialization of the characteristics that occur when this partial replacement is performed.

Keywords: mortar. glass. glass powder. small aggregate.

INTRODUÇÃO

No setor da construção civil, a argamassa de revestimento é um material composto por cimento, areia e água, com vasta aplicação, sendo as suas predominantes utilizações nas fases de contrapisos de regularização, revestimento (reboco ou emboço), rejuntamento e assentamento de outros materiais. (CARASEK, 2007).

O vidro é um material de comportamento frágil, contudo, com elevada resistência à ruptura (AKERMAN, 2000). Constituído por uma grande porcentagem de areia e em menores percentagens sódio e cálcio, apresenta características promissoras que viabilizam a aplicação em diversos setores da construção civil: confecção de espumas e telas de fibra de vidro, confecção de piscinas e na composição de asfaltos, na construção de sistemas de contenção de enchentes. (CEMPRE, 2018).

O aumento do consumo de materiais constituídos de vidro faz com que cresça também a necessidade de se pensar em medidas ambientalmente corretas que evitem o descarte dispensável destes materiais após o uso no meio ambiente, haja visto que o vidro apresenta uma vasta gama de possibilidades de reaproveitamento que não resultam em perdas no processo e não necessitam de beneficiamento, contribuindo efetivamente para a conservação do meio am-

biente, e redução a exploração de novas matérias primas.

Acredita-se que ao inserir o material proveniente do consumo humano em novos ciclos produtivos, se passa a explorar um âmbito de grande potencial econômico e de grande importância socioambiental, pois esta reinserção diminui os gastos na coleta urbana, prolonga a vida útil dos aterros sanitários e contribui na gestão dos resíduos sólidos.

A areia - que é o principal componente de formação do vidro - é de suma importância no dia a dia dos seres humanos, tendo sua utilização em maior grau no setor da construção civil. A exploração em larga escala resulta na alarmante e desfavorável relação entre a velocidade de extração e a capacidade de renovação do recurso natural.

A mineração em demasia de areia para atender a alta demanda, tem causado diversos impactos ambientais, como alargamento e desvio dos leitos pluviais, a devastação da vegetação existente e alterações no ambiente que impactam a forma de vida da população e da fauna ribeirinha.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas e Pesquisa Mineral (ABPM) a areia é uma matéria prima considerada inesgotável por se apresentarem em abundância no meio natural, contudo, o amplo consumo não resguarda o tempo necessário para a restituição das reservas, podendo fazer com que o “inesgotável” se torne “indisponível” caso uma política de gestão consciente não seja impulsionada, e este é o caso da areia.

A indústria da construção civil é frequentemente cobrada a se posicionar frente a esta problemática, pois é protagonista em termos de demanda de areia para a concretização de atividades condizentes a esfera. O uso no interior do setor é subdividido da seguinte forma: 5% são destinados a pavimentação de asfalto, 10% para confecção de artefatos pré-fabricados, 10% para revendedoras, 15% para construtoras, 20% para concreteiras, 35%, para confecção de argamassas e 5% para outras atribuições. (ANEPAC, 2003).

Em termos de reaproveitamento, o vidro é colocado em planos secundários no cenário de incentivo social para reciclagem com a justificativa que a relação peso e preço por quilo apresenta o menor benefício. (CEMPRE, 2018).

Para suprir as necessidades humanas, principalmente no que tange a infraestrutura urbana no Brasil, ocorrem retiradas expressivas de areia do solo, e esta remoção é responsável por efetuar modificações e alargamento de fontes hídricas, acarretando em danos ao meio ambiente como devastação de praias e da biodiversidade, causando diminuição das cotas e qualidade de lençóis freáticos. (ABPM, 2018)

A abundância ou escassez dos recursos renováveis são situações resultantes da frequência do depósito geológico contra a frequência de retiradas humanas. Para que estes dois fatores determinantes entrem em equilíbrio, é necessário priorizar substâncias alternativas que preservem as fontes naturais, conferindo a ela tempo de reestabelecimento. (BEISER, 2016).

Além da construção civil, o setor vidreiro também requer parcelas de areia para confecção do vidro, e embora este requerimento seja em menor proporção, também é impactante, particularmente pela vida útil inexpressiva quando comparada potencial de reaplicação (dentro da própria indústria vidreira), deixando a desejar no que diz respeito a ações de políticas reversas que estabeleçam um manejo eficiente, ou iniciativas que propaguem a prática de reutilização do

material. (ABIVIDRO, 2015).

Em 2010 a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) entrou em vigor, entretanto, o órgão averiguou que em 2016 82% dos municípios do Brasil ainda não utilizam a coleta seletiva - ação que viabilizaria a separação do vidro e outros materiais com potencial reciclável dos rejeitos residenciais – este serviço alcança apenas 15% da população, porcentagem que condiz a cerca de 31 milhões de brasileiros. Neste mesmo ano, a PNRS estimava que no decorrer de 4 anos os “lixões” (áreas caracterizadas pelo descarte incorreto de desjeitos a céu aberto, sem planejamento de proteção) seriam extintos, no entanto, ínfimas alterações foram percebidas, e o vidro sendo disposto incorretamente após o uso, contribui para a estagnação desta previsão. (PLANALTO, LEI N° 12.305/2010).

O livro “A História do Vidro da Antiguidade ao Contemporâneo”, escrito por Marcelo Aniello e Cristina Yanez em 2016, concebe comparações entre o desenvolvimento do Brasil em comparativo com o desenvolvimento da Alemanha:

- No Brasil, a taxa de reaproveitamento é de 35%, uma porcentagem baixa quando relacionada a produção. Há iniciativas de empresas privadas contemplando este tema esporadicamente, porém, estas ações não são perenes.
- A Alemanha é um país de destaque no quesito de reciclagem de vidros. O país conta com cerca de 300 mil pontos de coleta, obtendo em 2009 o índice de 81% (cerca de 2,4 milhões de toneladas) e em 2010 87% (cerca de 2,6 milhões de toneladas).

Embora tenha ocorrido um grande avanço no setor de reciclagem do vidro no Brasil, ainda há progresso a ser feito, pois em 2008 o mercado de reciclagem do vidro ativo, arrecadava cerca de 12 bilhões de reais por ano, reaproveitando apenas 13% da produção nacional, contudo, caso houvesse exploração de toda capacidade, arrecadaria 20 bilhões de reais.

A reciclagem do vidro é uma atividade economicamente viável. No Brasil a reciclagem ainda é vista como uma atividade marginal e, como tal, carece de uma mentalidade empresarial. Dentro deste modelo, a reciclagem é um nicho de mercado inexplorado, com grande potencial de lucratividade. (ABIVIDRO, 2015).

Analisando as informações supraditas, é possível estabelecer uma vinculação entre a necessidade de reutilização do vidro e a necessidade da redução da retirada de areia dos meios naturais. Para resolução desta correlação, este trabalho visa estudar a possibilidade de substituição – total ou parcial – da areia natural pelo pó de vidro em argamassas de revestimento.

Tendo em vista que a confecção de argamassas é um subsetor que utiliza a areia em maior grau, levanta-se a hipótese: se faz pertinente a substituição da areia (agregado miúdo) por pó de vidro na confecção de argamassas de revestimento, com o intuito de obter como resultante um produto sustentável e com desempenho satisfatório?

DESENVOLVIMENTO

Produção do pó de vidro

De posse das amostras de vidro temperado obtidas de processos da construção civil, que seriam descartadas, procedeu-se com a lavagem material, com o intuito de livrá-lo de agen-

tes químicos ou orgânicos que pudessem estar depositados em sua superfície que pudessem influenciar os testes que seriam realizados posteriormente.

As amostras contendo a faixa diâmetral variando entre 1 centímetro a 3 centímetros de comprimento, foram submetidas ao aparelho “Los Angeles Abrasion Test Machine”, e o processo de moagem, resultou na transformação do material inicial em pó.

Para garantir uma faixa granulométrica contínua do agregado que seria incorporado às argamassas, o pó de vidro passou pelo processo de peineiramento manual, sendo descartada a parcela não passante na peneira de aço de malha 40, com a abertura 0,425mm.

Confeção da amostragem

Foram produzidas cinco composições com teores diferentes de agregados para a submissão às análises, estas concentrações estão explanadas na Tabela 01, abaixo:

Tabela 1 – Especificação do traço da argamassa.

TRAÇO 1:3				
ARGAMASSA (g)	AGLOMERANTE	AGREGADO MIÚDO		ÁGUA (g)
	CIMENTO (g)	AREIA (g)	PÓ DE VIDRO (g)	
1	250,00	562,50	187,50	230,00
2	250,00	375,00	375,00	230,00
3	250,00	187,50	562,50	230,00
4	250,00	0,00	750,00	230,00
5	250,00	750,00	0,00	230,00

Fonte: Autores.

Seguindo rigorosamente os traços pré-definidos, iniciou-se o processo de confeção das amostras com a pesagem dos componentes.

Inicialmente apenas os insumos secos foram misturados manualmente. Posteriormente, introduziu-se a mistura na argamassadeira mecânica e adicionou-se a água de forma gradual, até 70% do volume.

Após 60 segundos em rotação média, a argamassadeira foi desligada e com o auxílio de uma espátula plástica, os cantos do recipiente foram raspados, gerando melhor homogeneização dos componentes. O restante de água foi incorporado e a argamassadeira foi reativada por mais 30 segundos em rotação máxima.

Imediatamente após o desligamento da máquina e com os moldes prismáticos previamente tratados com desmoldante e posicionados na mesa de abatimento, três camadas de argamassa com espessuras similares foram realizadas, aplicando-se 30 golpes, no período de 30 segundos, observando o alinhamento do centro do molde com o centro da mesa de abatimento, para que a carga gerada pelo giro da manivela fosse distribuída de forma uniforme.

Com auxílio de uma régua metálica, o arrasamento foi efetuado e após a identificação, os moldes contendo às argamassas foram locados na câmara úmida, e resguardados no período de 48 horas.

Decorrido este tempo, houve o processo de desmolde e aguardamento da finalização do

processo de cura.

Após 28 dias da confecção, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial.

Ensaio de compressão axial

Os corpos de prova foram adequados à medida ideal (aresta com medida igual a 40 milímetros), preconizada pela ABNT NBR 13279:2005 - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.

Utilizando lixas d'água de granulometria igual a 320 mesh, a extremidade onde foi procedido o corte foi retificada, para promover melhor contato entre os pratos do aparelho compressor com as faces de contato dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram centralizados na máquina de compressão axial, iniciando o processo de aplicação de carga, de modo contínuo, finalizando ao atingir a capacidade de suporte máxima, ocasionando o rompimento dos mesmos.

Os resultados deste processo foram coletados e subsidiaram análises acerca dos materiais submetidos a teste, podendo ser observadas no item 3 (conclusão) do presente artigo.

Índice de consistência

Com o tampo da mesa devidamente higienizado e umedecido, o molde cônico foi posicionado de forma centralizada à mesa de consistência. A argamassa preparada foi distribuída em três camadas, com espessuras aproximadas. Respectivamente, sobre as camadas, foram deferidos 5, 10 e 15 golpes com o soquete metálico.

Efetou-se o rasamento da parte superior do tronco cônico, rente à borda, aplicando movimentos curtos e suaves. Posterior à etapa de rasamento, eliminou-se as partículas em volta do molde, para desobstruir a superfície da mesa e continuar o desenvolvimento do ensaio.

O molde foi retirado de forma rápida e constante, rotacionando a manivela e provando 30 golpes no intervalo de 30 segundos, de maneira uniforme. Após a finalização das quedas, mediu-se três diâmetros, selecionando os pontos de forma aleatória.

O índice de consistência é o resultado médio entre as medidas registradas, expresso em milímetros e arredondado ao número inteiro mais próximo. Este parâmetro é utilizado para aferir a consistência e trabalhabilidade das argamassas, sendo ideal quando está compreendido entre 165 a 170 mm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

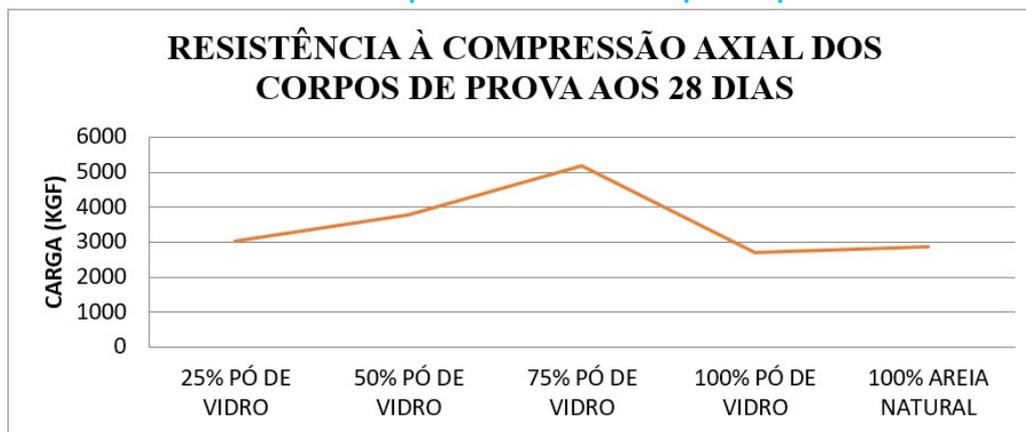
Com base nos gráficos obtidos através da submissão das amostras produzidas ao ensaio de compressão axial (Anexo I), pode-se observar que a resistência a este esforço é aumentada quando se incorpora o pó de vidro nos insumos, entretanto, esta substituição só é fortuita até o atingimento de 75% de concentração do material de teste.

Quando o pó de vidro é incorporado em porcentagens superiores a 75%, a resistência

tende à diminuir, evidenciando ser o nível ótimo de interação entre os componentes. A depreciação de resistência pode ser justificada pelo módulo de finura do pó de vidro ser extremamente elevado, característica que confere às argamassas propriedades que são inerentes à aplicação no âmbito da construção civil (plasticidade, consistência e trabalhabilidade), contudo, tende a reter a água de amassamento adicionada à mistura, que tem a principal função de promover o processo hidratação, prejudicando a cristalização do cimento e conseqüentemente, resultando na perda de resistência.

O gráfico 1 elucida os pontos supraditos, reunindo os resultados do ensaio de compressão axial, em conjunto:

Gráfico 1 - Resistência à compressão axial dos corpos de prova aos 28 dias.



Fonte: Autores.

Analisando o índice de resistência obtido no teste de mesa de consistência, pode-se considerar as argamassas produzidas não aplicáveis, pois os valores foram superiores aos 170 milímetros preconizados em norma, entretanto, é importante ressaltar que este método não é o único determinante neste âmbito, pois a reologia e a mudança de comportamento das argamassas quando entram em contato com o substrato real de aplicação, mudam drasticamente.

Tabela 2 - Índice de Consistência

ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA (mm)					
AMOSTRA	COMPOSIÇÃO	Ø (n°1)	Ø (n°2)	Ø (n°3)	I.C. (Ø médio)
1	25% PÓ DE VIDRO	259,49	263,68	258,47	260,55
2	50% PÓ DE VIDRO	262,39	259,00	260,31	260,57
3	75% PÓ DE VIDRO	265,24	275,76	263,46	268,15
4	100% AREIA	274,35	268,22	267,81	270,13
5	100% PÓ DE VIDRO	258,56	259,40	263,85	260,60

Fonte: Autores.

Outro aspecto que deve ser considerado é a melhoria causada em relação à porosidade nos corpos de prova moldados. Tendo um faixa granulométrica mais variada, a argamassa de teste apresenta um acabamento superior à argamassa comum após o tempo de cura, estando menos vulnerável à penetração de água e com isso, menos suscetível a apresentar patologias.

Dado o exposto, é possível afirmar que a integração do pó de vidro como substituição parcial do agregado miúdo é de grande valia e trazendo como conseqüente a economia financeira, preservação ambiental e um insumo com desempenho satisfatório.

REFERÊNCIAS

ABCP. GUIA BÁSICO DO CIMENTO PORTLANDO. São Paulo. 2002. Disponível em < http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/uploads/2016/05/BT106_2003.pdf> Acesso em: 11 de novembro de 2018

ABPM. AREIA: UM DOS RECURSOS MAIS VALIOSOS E EXPLORADOS DO MUNDO. Disponível em <<http://www.abpm.net.br/noticia/areia-e-um-dos-recursos-mais-valiosos-e-explorados-do-mundo>>. Acesso em: 07 jun. 2019

ABIVIDRO (São Paulo). Reciclagem do Vidro: 100% PURO 100% RECICLÁVEL. Disponível em: <https://abividro.org.br/manual_abividro.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018

ABNT NBR 13276:2016 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência.

ABNT NBR 13279:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.

ABNT NBR 14992:2003 – A.R. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios

ANIELLO, Marcelo. YANEZ, Cristina. A História do Vidro da Antiguidade ao Contemporâneo. 1º edição. São Paulo: Livros L'AA, 2016.

ANEPAC. Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a construção civil – ANEPAC. Disponível em: . Acesso em: 11 dez. 2018

AKERMAN, M. Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro, CETEV (Centro Técnico de Elaboração do Vidro), 2000.

BEISER, VINCE. The World in a Grain: The Story of Sand and How It Transformed Civilization. Disponível em < The World in a Grain: The Story of Sand and How It Transformed Civilization> Acesso em 05 jun. 2019

CARASEK, H. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, IBRACON, 2007.

Cincotto, M. A.; Nakakura, E. H. Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento. São Paulo: EPUSP, 2004. 20p. (Série Boletim Técnico BT/PCC/359).

CEMPRE (Ed.). Vidro: o mercado da reciclagem. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 24 set. 2018.

PLANALTO: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 7 jun. 2019

PNUMA: PNUMA no Brasil 2014. Disponível em: <<http://www.pnuma.org.br/interna.php?id=44>>. Acesso em: 7 jun. 2019.

Figura 1- Amostra



Fonte: Autoria própria

Figura 2 - Los Angeles Abrasion Test Machine



Fonte: Autoria própria

Figura 3 - Pó de vidro



Fonte: Autoria própria

Figura 4 - Balança de precisão digital



Fonte: A autoria própria

Figura 5 - Misturador mecânico de argamassa



Fonte: A autoria própria

Figura 6: Equipamento para moldagem dos corpos-de-prova prismáticos



Fonte: A autoria própria

Figura 7- Corpo de prova prismático



Fonte: A autoria própria

Figura 8: Morsa de bancada



Fonte: Autoria própria

Figura 9: Corpo de prova 0,40 x 0,40 cm



Fonte: Autoria própria

Figura 10- Rompimento do corpo de prova



Fonte: Autoria própria

Figura 11- Prensa compressão, Modelo: 13025-B



Fonte: Autoria própria

Figura 12 - Molde e Soquete



Fonte: Autoria própria

Figura 13 - Corpo de prova



Fonte: Autoria própria

Figura 14 - Mesa de Fluidez, Modelo: I-3019



Fonte: Autoria própria

Figura 15 - Medição da consistência



Fonte: Autoria própria