



### III-149 - UTILIZAÇÃO DE SUCATA DE VIDRO NA FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA

**Lidiane Bittencourt Barroso<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFSM). Professora Assistente da Universidade Federal do Pampa (Unipampa).

**Diogo Rodrigo Pizutti Koller**

Graduando em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

**Jaqueline de Godoy**

Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

**Cesar Augusto Jarutais Fensterseifer**

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Tiarajú, 810 – Bairro Ibirapuitã - Alegrete - RS - CEP: 97546-550 - Brasil - Tel: (55) 3426-1052 - e-mail: [lidianebarroso@gmail.com](mailto:lidianebarroso@gmail.com)

#### RESUMO

O Brasil produz aproximadamente 800.000 toneladas de embalagens de vidro anualmente. A reciclagem de vidro tem vários fatores limitantes como impurezas, custos de transporte proibitivos e mistura de sucatas de cores diferentes que são difíceis de serem separadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade da substituição dos agregados naturais pela sucata de vidro a partir oito traços de argamassa. Analisando diferentes teores de substituição (0, 25, 50, 75, 100%) do agregado miúdo e do aglomerante pelo agregado reciclado proveniente da sucata de vidro; e submetendo os corpos-de-prova a ensaio de resistência à compressão. O material foi moído artesanalmente adquirindo diferentes tamanhos de grãos, que foram separados por meio de peneiramento mecanizado. Concluiu-se a partir dos ensaios de resistência à compressão aos quais os corpos-de-prova dos 8 traços foram submetidos, que é viável tecnicamente até 25% de substituição da areia normal por sucata de vidro moída. Enquanto que para as demais substituições, as resistências ficaram abaixo das especificações. O vidro não apresentou propriedades aglomerantes da forma como foi moído. O aproveitamento do resíduo de vidro é de vital importância, podendo representar uma redução significativa das embalagens dispersas no meio ambiente. A reciclagem proposta pode proporcionar economia de agregados naturais, neste caso a areia, que é largamente empregada na construção civil. Recomenda-se para dar continuidade a este trabalho, a avaliação da viabilidade econômica dos teores de substituição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais Alternativos, Reciclagem, Resistência à Compressão, Vidro Moído.

#### INTRODUÇÃO

Segundo o CEMPRE (2007), o Brasil produz aproximadamente 800.000 toneladas de embalagens de vidro anualmente. Mas apenas 27,6% (220,8 mil toneladas) de embalagens de vidro são recicladas. Deste montante, 5% é gerado por engarrafadores de bebidas, 10% por sucateiros e 0,6% oriundo de coletas promovidas pelas vidrarias. O restante, 12%, provém de refugos de vidro gerados nas fábricas. Dos outros 72,4%, parte é descartada, parte é reutilizada domesticamente e parte é retornável. Os EUA reciclam cerca de 37% da produção, sendo que em 1993, a cidade de Nova Iorque coletou 27.000 toneladas de sucata de vidro, e esperava-se que esta quantia aumentasse para 110.000 em 1997. O Reino Unido, por sua vez, recicla aproximadamente 27,5% da produção. É importante ressaltar que cerca de 10% do lixo doméstico destes países é composto por vidro. A média européia de reciclagem de vidro, por sua vez, é superior a 50% da produção.

O principal mercado para a sucata de vidro é formado pelas vidrarias, que comprem o material de sucateiros na forma de cacos ou recebem o material diretamente em suas campanhas de reciclagem. Porém, a reciclagem de vidro tem vários fatores limitantes como impurezas, custos de transporte proibitivos e mistura de sucatas de cores diferentes que são difíceis de serem separadas.

Segundo LÓPEZ et al. (2005), o uso de outros materiais no concreto, na forma de agregados fino ou grosseiro já foi estudado por vários pesquisadores. Alguns desses materiais são adicionados com o intuito de melhorar as características mecânicas dos concretos como a sílica, misturas de materiais pozolânicos, cinzas, pó de basalto, escórias, etc. Outros simplesmente são adicionados para utilizar a capacidade de encapsulamento do concreto, que por sua vez pode estar destinada à diminuição da periculosidade do material agregado (adição de resíduos classe I) ou diminuição da quantidade de material destinado ao aterro (adição de diferentes tipos de produtos poliméricos).

O vidro destinado a reciclagem apresenta-se na forma de cacos, utensílios como garrafas, embalagens, etc. com cores e dimensões variadas. Segundo a Resolução nº 307 do CONAMA (2002) é classificado como resíduo reciclável para outras destinações. Estes deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. O presente trabalho visa buscar uma destinação alternativa para a sucata de vidro com o objetivo de diminuir o impacto ambiental e os custos com a disposição dos resíduos em aterros sanitários. Uma das soluções que está sendo investigada é a utilização desses resíduos como matéria-prima para a fabricação de artefatos de concreto. Na literatura encontram-se vários estudos que mostram que esta é uma solução sustentável com a vantagem de diminuir os custos de produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade da substituição dos agregados naturais pela sucata de vidro a partir de oito traços de argamassa. Analisando diferentes teores de substituição (0, 25, 50, 75, 100%) do agregado miúdo e do aglomerante pelo agregado reciclado proveniente da sucata de vidro; e submetendo os corpos-de-prova a ensaio de resistência à compressão.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho desenvolveu-se no município de Santa Maria-RS, no Laboratório de Argamassa e Concreto, junto ao Conjunto II, do Centro Universitário Franciscano-UNIFRA. O vidro utilizado nos ensaios foi proveniente da coleta seletiva de garrafas do tipo long-neck de bares e boates do município, escolheu-se este material por ser abundante e descartável. Para a utilização do material, foi necessária a limpeza e remoção dos rótulos. Logo após, o material foi moído artesanalmente adquirindo diferentes tamanhos de grãos, que foram separados por meio de peneiramento mecanizado, nas peneiras nº 16, 30, 50, 100 e fundo, conforme figura 1.



**Figura 1: Peneirador Mecanizado.**

O planejamento do experimento contemplou a moldagem de corpos-de-prova (CP) cilíndricos, de 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura, na figura 2. A argamassa de cimento portland com diferentes teores de substituição foi moldada em conformidade com a norma NBR 7215 (ABNT, 1996), com auxílio do misturador da figura 3. Os CP foram rompidos à compressão nas idades de 7 e 28 dias, num total seis exemplares por idade, ou seja, doze por traço.



**Figura 2: Corpos-de-prova de armagassa.**



**Figura 3: Misturador de argamassa.**

Os topos dos corpos-de-prova foram capeados com mistura de enxofre a quente, a fim de corrigir as imperfeições das superfícies, conforme recomenda a norma NBR 7215 (ABNT, 1996), após terem sido retiradas as suas medidas: massa, diâmetro e altura, para as comparações entre os traços.

No tabela 1, estão as quantidades em massas dos materiais para a moldagem do traço de referência. No tabela 2, apresentam-se a nomenclatura usada para identificar os oito traços, com as respectivas substituições propostas expressas em porcentagens.

**Tabela 1: Quantidade dos materiais para o traço de referência.**

Material	Quantidade (g)
Cimento CP IV-32	$624 \pm 0,4$
Água	$300 \pm 0,2$
Areia normal nº 16 fração grossa	$468 \pm 0,3$
Areia normal nº 30 fração média grossa	$468 \pm 0,3$
Areia normal nº 50 fração média fina	$468 \pm 0,3$
Areia normal nº 100 fração fina	$468 \pm 0,3$

Fonte: NBR 7215 (ABNT, 1996).



Tabela 2: Nomenclatura dos traços.

Sigla	Descrição
V0	traço de referência, 0% de substituição
V25	25% da areia normal por sucata de vidro
V50	50% da areia normal por sucata de vidro
V75	75% da areia normal por sucata de vidro
V100	100% da areia normal por sucata de vidro
C25	75% do cimento por sucata de vidro (fundo)
C50	50% do cimento por sucata de vidro (fundo)
C75	25% do cimento por sucata de vidro (fundo)

## RESULTADOS

A realização dos ensaios de compressão determinou a resistência potencial desta argamassa à compressão. A resistência está diretamente ligada a sua durabilidade e segurança, portanto, um fator que indica a existência, ou não, de alguma patologia relacionada à argamassa.

A figura 4 representa em um gráfico de barras o comportamento dos traços em que se realizou a substituição da areia normal pela sucata de vidro de igual granulometria, ou seja, peneiras nº 16, 30, 50 e 100; nas porcentagens de 0, 25, 50, 75 e 100%, os valores correspondem a média das resistências obtidas para seis corpos-de-prova por idade.

Observa-se na figura 4 que apenas os traços de referência (V0) e o com 25% de substituição da areia normal por sucata de vidro (V25), apresentaram resultados satisfatórios. Isto é, a resistência à compressão para a idade de 7 dias deve ser maior ou igual a 20 MPa, e aos 28 dias maior ou igual a 32 MPa, de acordo com as especificações do cimento CP IV-32 (GOMES, 2006).

A figura 5 representa o comportamento dos traços em que se realizou a substituição cimento pela sucata de vidro passante na peneira nº 100 (fundo); os valores correspondem a média das resistências obtidas para 6 corpos-de-prova por idade. Verifica-se que nenhum dos traços referentes à substituição apresentou resultado satisfatório, pois as resistências ficaram abaixo dos valores especificados para o cimento CP IV classe 32.

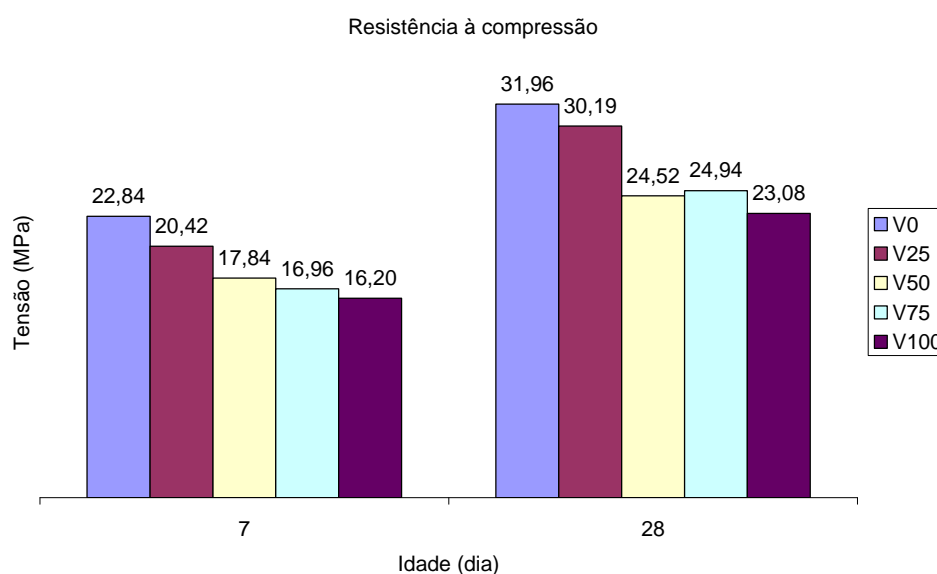
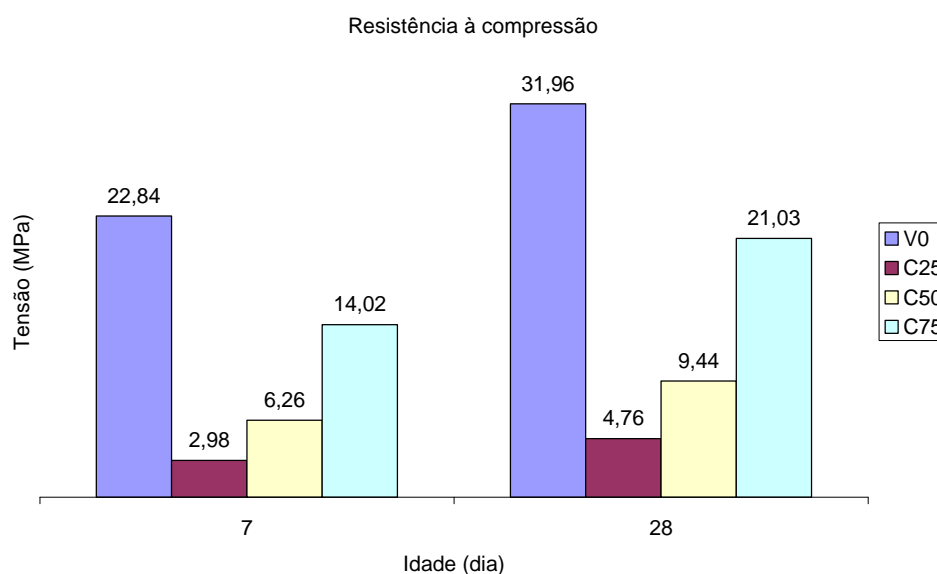


Figura 4: Resistência à compressão dos corpos-de-prova com substituição da areia normal.



**Figura 5: Resistência à compressão dos corpos-de-prova com substituição do cimento.**

## CONCLUSÕES

Concluiu-se a partir dos ensaios de resistência à compressão aos quais os corpos-de-prova dos oito traços foram submetidos, que é viável tecnicamente até 25% de substituição da areia normal por sucata de vidro moída. Enquanto que para as demais substituições, as resistências ficaram abaixo das especificações. O vidro não apresentou propriedades aglomerantes da forma como foi moído.

O aproveitamento do resíduo de vidro é de vital importância, podendo representar uma redução significativa das embalagens dispersas no meio ambiente. A reciclagem proposta pode proporcionar economia de agregados naturais, neste caso a areia, que é largamente empregada na construção civil. Recomenda-se para dar continuidade a este trabalho, a avaliação da viabilidade econômica dos teores de substituição.

Outro obstáculo a ser ultrapassado é a reação álcali-agregado que pode ser intensificada uma vez que o vidro é composto de sílica, que pode reagir com os álcalis do cimento em meio aquoso. Esta reação tem como produto um gel que sofre expansão com a presença de água, o que pode comprometer o desempenho do concreto se não for controlado de maneira adequada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland. Rio de Janeiro, ABNT, 1996.
2. CEMPRE - Consórcio Empresarial para a Reciclagem. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/>. Acesso em: 10/10/2007.
3. LÓPEZ, D. A.; de AZEVEDO, C. A. P.; BARBOSA NETO, E. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos produzidos com vidro cominuído como agregado fino. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v51n320/29526.pdf> Acesso em: 10/10/2007.
4. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html> Acesso em: 10/10/2007.
5. GOMES, A. O. & SILVA, V. S. Caderno de Aulas Práticas (ENG-101 Materiais de Construção II). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. DCTM. Salvador, 2006.