

III-183 - ARGAMASSA ALTERNATIVA PRODUZIDA COM RESÍDUOS

Lidiane Bittencourt Barroso⁽¹⁾

Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Doutoranda em Engenharia Agrícola pela UFSM. Professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria - CTISM.

Delmira Beatriz Wolff

Engenheira Sanitarista e Ambiental. Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, no Centro de Tecnologia da UFSM.

Fernando Ernesto Ucker

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Mestrando em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás – UFG.

Cesar Augusto Jarutais Fensterseifer

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Mestrando em Engenharia Civil pela UFSM.

Daiane Bittencourt Barroso

Aluna do Curso de Técnico Subsequente em Segurança do Trabalho do CTISM/UFSM.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Roraima, 1000 – Campus UFSM, Prédio 5, Sala 303 – Santa Maria - RS - CEP: 97105-900 - Brasil - Tel: (55) 3220-8041 - e-mail: lidianebarroso@ctism.ufsm.br

RESUMO

A destinação final inadequada de resíduos sólidos gerados pelas indústrias, residências, hospitais e demais estabelecimentos, causa uma séria preocupação ambiental. Na literatura observa-se que a construção civil é uma das que mais gera e emprega resíduos em argamassas e concretos produzindo materiais alternativos, objetivando o uso sustentável, diminuindo os custos de produção. Neste trabalho o objetivo foi à avaliação comparativa da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de argamassa com substituição de 50% de agregado miúdo, areia normal, por resíduos, como: (i) sucata de vidro moída; (ii) varrição de indústria metalúrgica e (iii) lodo de decantadores terciários de uma concreteira. Para incorporar cada um destes resíduos nos traços em estudos, os materiais foram separados individualmente por meio de peneirador mecanizado. O planejamento do experimento contemplou a moldagem de 6 corpos-de-prova de argamassa de Cimento Portland, por idade de ruptura, sendo 4 traços distintos. Comparando os traços moldados com os três resíduos em estudo e o traço de referência, verificou-se um declínio na resistência à compressão. No uso de 50% de resíduo de varrição (SF50) aos 28 dias houve perda de resistência de 19,74% em relação ao A0 (traço de referência). Com uso de 50% de vidro moído (Vi50) na mistura observou-se perda de 22,56%. Com uso de 50% de lodo (Lo50) houve perda de 42,18%. A valorização dos resíduos estudados pode trazer inúmeros benefícios à sociedade, pois pode minimizar os problemas ambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, bem como diminui a extração de areia para este fim.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de Varrição, Sucata de Vidro Moída, Lodo Decantador, Valorização.

INTRODUÇÃO

A elevada produção de resíduos sólidos é um problema mundial. A destinação final inadequada destes resíduos gerados pelas indústrias, residências, hospitais e demais estabelecimentos, causa uma séria preocupação ambiental. Os impactos decorrentes podem ser evidenciados pela poluição dos recursos hídricos, da atmosfera, do solo, além da geração de problemas ambientais e sócio-econômicos. Assim, percebe-se a necessidade de serem adotadas medidas para amenizar os impactos ambientais, que vão desde a redução na produção de resíduos, sua valorização e o destino final.

Segundo Barroso et al. (2008) o principal mercado para a sucata de vidro é formado pelas vidrarias, que compram o material de sucateiros na forma de cacos ou recebem o material diretamente em suas campanhas de reciclagem. Porém, a reciclagem de vidro apresenta vários fatores limitantes como impurezas, custos de transporte proibitivos e mistura de sucatas de cores diferentes que são difíceis de serem separadas.

Pela resolução nº 307 do CONAMA (Brasil, 2002) a sucata de vidro é classificada 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. Uma das soluções que está sendo investigada é a utilização desses resíduos como matéria-prima para a fabricação de artefatos de concreto.

No processo industrial com utilização de metais, a geração de resíduos é inevitável. Para fabricação de peças e estruturas o metal é utilizado em forma de chapas metálicas ou bastões de ferro, que necessitam ser ajustados por meio de processos de corte ou esmerilhamento e soldagem. Assim, nesses momentos ocorre a liberação de resíduos, que devem ser recolhidos e uma maneira para realizar esse trabalho é por meio da varrição do chão da fábrica (SILVA et al., 2010).

A classificação desse resíduo como Classe I pela sua composição, implica na destinação para aterros industriais, NBR 10004 (ABNT, 2004). Essa é uma destinação de alto custo, gerando gastos para indústria e representam um grande problema ambiental, devidos aos materiais presentes nesse resíduo e também pelo volume gerado em período de alta produção.

Acompanhando o crescimento desordenado da população mundial, a indústria de concreto age intensamente no mercado, fornecendo o material necessário para a fabricação de novas moradias. No entanto, para a fabricação e uso do concreto, ocorrem alguns impactos ambientais como a geração de materiais particulados, resíduos e de efluentes provenientes da lavagem dos caminhões responsáveis pelo transporte do concreto (UCKER et al., 2010).

Segundo Dias (2011), a retirada dos recursos naturais para a incorporação na matéria prima principal da construção civil, o concreto, chega a 50% em todo o mundo, sendo assim um resultado que necessita de grande estudo para a diminuição dos impactos gerados.

Na literatura observa-se que a construção civil é uma das que mais gera e emprega resíduos em argamassas e concretos produzindo materiais alternativos, objetivando o uso sustentável, diminuindo os custos de produção.

Conforme López et al. (2011), 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).

Neste trabalho o objetivo foi à avaliação comparativa da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de argamassa com substituição de 50% de agregado miúdo, areia normal, por resíduos, como: (i) sucata de vidro moída; (ii) varrição de indústria metalúrgica e (iii) lodo de decantadores terciários de uma concreteira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho desenvolveu-se no município de Santa Maria - RS, como parte integrante de projetos de pesquisa realizados junto ao Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Para a análise da resistência à compressão das argamassas alternativas, os três resíduos distintos foram encaminhados ao Laboratório de Argamassa e Concreto, no Conjunto II, localizado na rua Silva Jardim, nº 1323, bairro Centro.

A argamassa é a mistura feita com pelo menos um aglomerante, agregados miúdos e água. O aglomerante utilizado na pesquisa foi o Cimento Portland CP IV-32. Os agregados miúdos foram as frações de areia normal das peneiras de nº 16, 30, 50, 100 e três resíduos. Em todos os traços foi utilizada água potável.

O primeiro resíduo escolhido foi a sucata de vidro, escolheu-se este material por ser descartável e de baixo valor comercial. Nos ensaios foram utilizadas garrafas do tipo long-neck proveniente da coleta seletiva em bares e boates do município. Para o uso deste material, foi necessária a limpeza e remoção dos rótulos. Logo após, a sucata foi moída artesanalmente adquirindo diferente granulometria.

Os resíduos de varrição foram o segundo material escolhido, por ser abundante no chão da área de produção de vagões da indústria Santa Fé Vagões S.A., localizada no bairro São José Km 3, a rua Osvaldo Cruz nº 48. A indústria conta com área total de aproximadamente 160.000 m² e possui área útil construída de 30.000 m²; contando com acesso ferroviário direto à malha férrea da região Sul do Brasil. Este material não passou por processo de moagem devido a sua distribuição granulométrica, apenas descartou-se a fração grosseira.

Com base em visitas técnicas na Empresa Supertex Soluções em Concreto Ltda., verificou-se o terceiro resíduo proveniente do efluente gerado a partir da lavagem de caminhões betoneira continham os mesmos sólidos presentes na composição da argamassa e concreto produzidos nesta concreteira, ou seja, cimento, areia e brita. Assim, o lodo sedimentado foi removido manualmente dos decantadores terciários com auxílio de pás, sendo colocado em seguida para a secagem ao ar no pátio do Laboratório de Argamassa e Concreto da UNIFRA. Após 1 dia de secagem foi constatado que este resíduo possuía ainda umidade, ficando em estufa a 105°C por mais 24 horas. Também se descartou a fração grosseira, retida na peneira de nº 10.

Para incorporar cada um destes resíduos nos traços em estudos, os materiais foram separados individualmente por meio de peneirador mecanizado, apresentado na figura 1, nas peneiras de nº 16, 30, 50, 100 e fundo, para na composição das argamassas substituir parcela de 50% da areia normal, nas mesmas 4 frações.



Figura1 – Peneirador mecanizado.

Na tabela 1 são apresentadas as quantidades em massa dos materiais para a moldagem do traço de referência, sem qualquer adição de resíduos, sendo moldado com as matérias-primas virgens especificadas na NBR 7215 (ABNT, 1996).

Tabela 1 – Quantitativo para o traço de referência.

MATERIAL	QUANTIDADE (G)
Cimento Portland CP IV-32	624 ± 0,4
Água	300 ± 0,2
Areia normal nº 16, fração grossa	468 ± 0,3
Areia normal nº 30, fração média grossa	468 ± 0,3
Areia normal nº 50, fração média fina	468 ± 0,3
Areia normal nº 100, fração fina	468 ± 0,3

O preparo das argamassas consistiu na mistura de cimento, água e areia normal, no traço A0 e na moldagem dos outros traços foi adicionado 50% de um dos três resíduos em estudo. O planejamento do experimento contemplou a moldagem de 6 corpos-de-prova de argamassa de Cimento Portland, por idade de ruptura, sendo 4 traços distintos, nomeados na tabela 2.

Tabela 2 – Nomenclatura do experimento.

SIGLA	DESCRIÇÃO
A0	Traço com 0% de resíduo, em substituição a areia normal.
Vi50	Traço com 50% de sucata de vidro moída, em substituição a areia normal (234,0 g/fração de areia normal).
SF50	Traço com 50% de resíduos de varrição, em substituição a areia normal (234,0 g/fração de areia normal).
Lo50	Traço com 50% de lodo de decantador, em substituição a areia normal (234,0 g/fração de areia normal).

O procedimento de ensaio consiste em inicialmente, colocar-se na cuba da figura 2 toda a quantidade de água e adiciona-se o cimento. A mistura destes materiais deve ser feita com o misturador na velocidade baixa (62 rpm), durante 30 segundos. Após este tempo, e sem paralisar a operação de mistura, inicia-se a colocação das quatro frações de areia normal, previamente misturadas, com o cuidado de que toda esta areia seja colocada gradualmente durante o tempo de 30 segundos. Imediatamente após o término da colocação da areia, muda-se para a velocidade alta (125 rpm), misturando-se os materiais nesta velocidade durante 30 segundos.

Após este tempo, desliga-se o misturador durante 1 minuto e 30 segundos. Em até 15 segundos retira-se, com auxílio de uma espátula, a argamassa que ficou aderida às paredes da cuba e à pá e que não foi suficientemente misturada, colocando-a no interior da cuba. Durante o tempo restante (1 minuto e 15 segundos), a argamassa deve ficar em repouso na cuba, coberta com pano limpo e úmido. Imediatamente após este intervalo, liga-se o misturador na velocidade alta (125 rpm) por mais 1 minuto. Deve ser registrada à hora em que o cimento é posto em contato com a água de mistura.



Figura 2 – Misturador planetário.

Os corpos-de-prova de argamassa, conforme é mostrado na figura 3, são cilíndricos com diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm, e foram moldados em conformidade com a NBR 7215 (ABNT, 1996). Desse modo, o delineamento experimental foi constituído de 48 exemplares, ou seja, 4 traços em 2 idades de compressão, com 6 repetições.



Figura 3 – Corpos-de-prova moldados.

Após moldados os corpos-de-prova foram mantidos em câmara úmida, a temperatura média de 21°C e umidade relativa de 100%. Para corrigir quaisquer imperfeições das superfícies, bem como garantir a uniformidade da distribuição das tensões de compressão aplicada pela prensa hidráulica da figura 4, os topos dos corpos-de-prova foram capeados com uma mistura a base de enxofre a quente, de acordo a norma. Os corpos-de-prova foram rompidos nas idades de 7 e 28 dias.



Figura 4 – Prensa hidráulica.

Espera-se que resistência à compressão da argamassa aos 7 dias de idade seja maior ou igual a 20 MPa, e aos 28 dias maior ou igual a 32 MPa, de acordo com as especificações do Cimento Portland CP IV-32 (GOMES, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando os traços moldados com os três resíduos em estudo e o traço de referência, verificou-se um declínio na resistência à compressão, conforme mostrado na figura 5. Apenas o traço de referência (A0) apresenta resultados satisfatórios, de acordo com Gomes (2006).

No uso de 50% de resíduo de varrição (SF50) aos 28 dias houve perda de resistência de 19,74% em relação ao A0 (traço de referência). Com uso de 50% de vidro moído (Vi50) na mistura observou-se perda de 22,56%. Com uso de 50% de lodo (Lo50) houve perda de 42,18%.

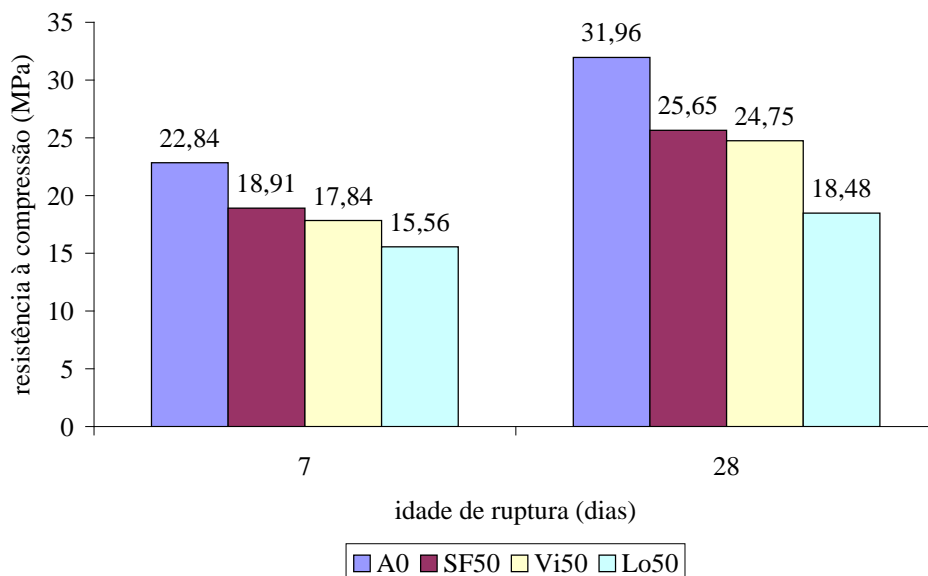


Figura 5 – Resistência à compressão média dos corpos-de-prova de argamassa.

Nas pesquisas conduzidas por Barroso et al. (2008) utilizando até 25% de substituição da areia normal, pela sucata de vidro moída de igual granulometria, na fabricação de argamassa, encontrou-se resistências satisfatórias aos 7 dias de 20,42 MPa e aos 28 dias de 30,19 MPa.

Enquanto Silva et al. (2010), no uso de 20% de resíduo de varrição alcançou resistências de 22,81 MPa e 33,00 MPa, aos 7 dias e 28 dias, respectivamente. Desse modo, esse resíduo mostra-se percentualmente mais resistente que o uso de sucata de vidro moída.

Por fim, quanto ao terceiro resíduo, este apresentou a maior perda de resistência. Mesmo em percentuais até 25% de substituição da areia normal pelo lodo de decantadores terciários da concreteira, realizados por Ucker et al. (2010), as resistências ficam abaixo da referência, a saber de 18,89 MPa no 7º dia e 22,56 MPa aos 28 dias.

É importante salientar que a resistência mínima exigida por norma no caso de concreto estrutural são valores acima de 15 MPa, já para pavimentação de circulação de pedestres e veículos leves a resistência deve ficar acima de 7,5 MPa, ambos após 28 dias de cura úmida.

O concreto é basicamente o resultado da mistura da argamassa e agregado graúdo, a pedra brita; formando um bloco monolítico. A proporção entre todos os materiais que fazem parte do concreto, conhecida por dosagem ou traço, que irá garantir valores de resistência satisfatória ao uso a que se destina.

Portanto, os valores preliminares encontrados com a incorporação destes resíduos na argamassa mostram uma boa resistência inclusive na fase inicial de cura.

CONCLUSÕES

O estudo realizado indica a possibilidade da implementação de melhorias significativas na substituição de areia por resíduos: de varrição de indústria metalúrgica, de sucata de vidro moída e de lodo de decantadores terciários de uma concreteira. Os resultados apenas indicam um possível uso dos resíduos na confecção de argamassa para construção civil.

A valorização dos resíduos estudados pode trazer inúmeros benefícios à sociedade, pois pode minimizar os problemas ambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, bem como diminuir a extração de areia para este fim.

Para a utilização destes resíduos em grande escala, é necessário o estudo do comportamento físico e químico desse material combinado com os demais componentes da argamassa e também do concreto, além de pesquisar sobre a viabilidade econômica desta produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland. Rio de Janeiro, ABNT, 1996.
2. _____. NBR 10004 – Resíduos Sólidos Classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
3. BARROSO, L. B.; et al. Utilização de sucata de vidro na fabricação de argamassa. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Recife-PE, 2008.
4. BRASIL. 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: 26/05/2011.
5. DIAS, J.F. A construção civil e o meio ambiente. Disponível em: <http://www.feciv.ufu.br/palestras/Palestra3.pdf>. Acesso em: 26/05/2011.
6. 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.
7. LÓPEZ, D. A.; et al. 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: 26/05/2011.
8. UCKER, F. E.; et al. Aproveitamento de resíduos finos do lodo de concreteira na produção de argamassa. In: 52º Congresso Brasileiro de Concreto, Fortaleza-CE, 2010.
9. SILVA, M. P. da; et al. Resíduo da indústria de vagões como agregado em argamassa. In: 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves-RS, 2010.