

SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO POR VIDRO NO CONCRETO: VANTAGENS E DESVANTAGENS

Gabriela Galdino Mendes¹
Mariana de Faria Gardingo Diniz²

mariana_gardingo@yahoo.com.br

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

A construção de novos edifícios bem como as atividades da construção civil resultou em uma quantidade significativa de resíduos de construção e demolição (RCD). A separação dos materiais provenientes da indústria da construção civil e demolição tem grande influência em favorecer o reaproveitamento destes resíduos. O vidro é um material de construção civil e que assim como a maioria, ele também pode ser reaproveitado. Uma das maneiras de fazer o reaproveitamento do vidro é na substituição de compostos de cimentos na fabricação de Concreto sustentável. Além de ser reaproveitada, a retirada do vidro, de lixões ou locais inapropriados de deposição de entulhos, cessa um problema enfrentado pelos trabalhadores desses locais como: machucados profundos ou contaminação por conta de cacos pequenos. Devido a problematização que o vidro possui, é viável então sua utilização na fabricação do Concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil; Reaproveitamento; Concreto Sustentável; Vidro; Entulhos.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas que as grandes e pequenas cidades sofrem é a alta produção de agregados graúdos e miúdos. Toda essa produção deve-se principalmente ao aumento da demanda de construções, esse resíduo disposto de maneira incorreta no meio ambiente prejudica diretamente a qualidade dos espaços urbanos.

¹ Acadêmicas do curso de Engenharia Civil – Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX – Matipó.

² Bióloga. Doutoranda em Educação. Mestre em Engenharia dos Materiais Processos Químicos. Professora da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX – Matipó.

A construção civil é uma área que demanda muito de materiais naturais e com isso tem-se a diminuição dessas principais matérias primas. Vários países vêm enfrentando redução de gastos, já que algumas jazidas de materiais de construção encontram-se em decadência com o passar dos tempos. Dessa forma, países como, Estados Unidos, Alemanha, França, Canadá e outros, avançam no estudo de tecnologias e métodos de recuperação de recursos naturais (LATTERZA,1998).

Existem estudos feitos voltados para utilização de materiais naturais como: fibra de bambu, fibra de vidro, bagaço da cana de açúcar, polpa do café, entre outros, na produção de concretos e argamassas buscando o barateamento do produto final e também reaproveitar resíduos sólidos orgânicos. Ao entulho (como é denominado o resíduo de construção civil), sempre é dado o tratamento dispensado aos lixos domiciliares.

Atualmente, existem estudos e trabalhos científicos voltados para a reutilização de resíduos sólidos provenientes da construção civil. No Brasil mesmo o assunto sendo pouco discutido e praticado vem crescendo muito a prática de reutilização como: tijolos ecológicos, concretos verdes, entre outros.

O concreto é um dos materiais com maior utilização em qualquer etapa da construção civil. Sua alta demanda ocorre por conta da sua durabilidade, facilidade de assumir formas diferentes e versatilidade. A possibilidade de incorporação de resíduos em misturas à base de cimento é uma contribuição da construção civil para reciclagem de resíduos podendo melhorar o desempenho dos materiais após a adição (MARQUES, 2006).

O vidro em sua forma pura é um óxido metálico superesfriado transparente, de elevada dureza e biologicamente inativo. Além das propriedades físicas do vidro seu grande número de aplicações se deve a suas propriedades químicas como: baixa porosidade, absorvidade, dilatação e condutibilidade térmica, suportando altas pressões (FERRARI, 2010). O Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano (CEMPRE, 2009).

Uma das alternativas sustentáveis para reduzir o volume de vidro depositado em lixões é a sua utilização na construção civil incorporados em misturas à base de cimento. O presente trabalho busca a reutilização de resíduos de vidros presentes no município de Matipó, região da zona da Mata

Mineira. Busca além da diminuição dos resíduos, que são despejados de forma irregular, o estudo da resistência do concreto e sua utilização na parte estrutural da obra.

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

2.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Resíduo pode ser definido como tudo aquilo que sobra de qualquer substância (MARQUES, 2005 *apud* GRUBBA, 2009). Os resíduos sólidos são os resíduos no estado sólido ou semi sólido resultantes de atividades industriais. A norma ABNT NBR 1004 (2004), classifica os resíduos em dois grupos, de acordo com os riscos que estes oferecem ao meio ambiente e à saúde.

Segundo a Resolução nº 307/2002 CONAMA classificam os resíduos em:

- **Classe A:** resíduos reciclados ou reutilizáveis como agregados:
 - a) Construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) Construção, demolição, reformas e reparos de edificações, tais como: tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.;
 - c) Processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc) produzidos no canteiro de obra.
- **Classe B:** resíduos recicláveis, para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gessos.
- **Classe C:** resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnológicas ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
- **Classe D:** resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos, vernizes e outras que contaminem a saúde oriundos da demolição e reformas.

2.2. REUTILIZAÇÃO/ RECICLAGEM DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

O reaproveitamento dos resíduos da construção é praticado há muito tempo, existem registros que os romanos empregavam tijolos, telhas e louça cerâmica moída como pozolanas (SANTOS, 1975). De acordo com a Resolução 307 do CONAMA, a reutilização consiste na reaplicação do resíduo sem transformar o mesmo.

A reutilização de um material e componente torna-se possível a partir da escolha de tecnologias e sistemas durante a fase de projeto, busca-se especificar materiais e equipamentos com maior durabilidade e maior número possível de utilizações a fim de evitar o acúmulo de resíduos (GUERRA, 2016).

A reciclagem/reutilização possui vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Aumento do tempo de vida e maximização do valor extraído das matérias-primas;
- Poupanças energéticas;
- Conservação dos recursos naturais;
- Criação de novos negócios e mercados para produtos reciclados.

Desvantagens:

- Custos de recolha, transporte e reprocessamento;
- Instabilidade dos mercados para materiais reciclados, os quais podem ser rapidamente distorcidos por alterações na oferta e procura.

2.3. CONCRETO SUSTENTÁVEL

Um dos materiais mais usados nas obras é o concreto, este se encontra em constante estudo. Sua grande aplicação se deve à sua durabilidade, facilidade de assumir formas diferentes e versatilidade, sendo por isso utilizado de diversas formas, seja em peças estruturais ou não estruturais (RIGHI *et al.*, 2011).

O uso do vidro vem sendo estudado e analisado em vários países, já existem estudos do seu uso na construção civil. De acordo com CEMPRE (2009), no Brasil são produzidos em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, os componentes de vidros mais comuns encontrados são geralmente garrafas, artigos de vidros quebrados, lâmpadas e outros produtos à base de vidro. Uma das formas estudadas para a reutilização do vidro depositados em lixões é a sua incorporação em misturas à base de cimento,

como a produção de concreto com sucata de vidro moído em substituição à areia.

O maior problema até então estudado do uso do vidro misturado à base de cimento é sua reação alcalina que os dois materiais causam, porém estudos mais recentes provam que quando o vidro apresenta uma partícula de no máximo 300 μm , a expansão ocorrida pela reação álcali-sílica pode ser reduzida (MEYER *et al.*, 1996 *apud* SHAO *et al.*, 2000).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho é uma pesquisa básica qualitativa, com objetivo exploratório, no qual busca-se referencial bibliográfico. Foi realizado uma busca de artigos relacionada ao tema concreto sustentável, com utilização de vidro em substituição de agregados graúdo, sendo selecionado e reescrito 12 artigos. Tais pesquisas foram feitas em *sites* como *Scielo*, portal da Capes e Google acadêmico.

4. RESULTADOS E DICUSSÕES

Levando em consideração artigos relacionados ao tema em análise, prova-se que a relação da adição do vidro no concreto para temperatura ambiente, observou que o acréscimo da porcentagem do vidro na mistura ocasiona a redução na resistência até o teor de 15% de substituição em relação ao concreto. No entanto quando ocorre a substituição de 100% no traço, a resistência obtida é superior ao concreto de referência (BARROSO, 2010).

Segundo Crentsil *et al.* (2001), o uso de vidro já foi estudado e atualmente existem países utilizando este material como por exemplo, a Austrália que utiliza o vidro moído proveniente do lixo em concretos para construção. No Brasil, esta forma de valorização desse recurso é pouco utilizada, uma vez que o aterro é uma opção muito barata e a disponibilidade de matéria-prima para materiais de construção é abundante. De acordo com Lopez (2003) em há uma tendência de aumento da tensão média de ruptura com o aumento da granulometria do material até atingir a granulometria entre 0,15 – 0,30 mm, após a qual a tensão de ruptura diminui novamente se mantendo num patamar, superior ao do corpo de prova de referência. Este

aumento da tensão média poderia ser causado pelo preenchimento de vazios pelo vidro fino. Os espaços entre os agregados utilizados, principalmente entre a areia, estariam sendo ocupados pelo vidro, fazendo com que o material fique mais resistente.

Seguindo essa mesma linha de pesquisa Topçu e Ganbaz (2004) utilizaram vidro moído de cores diversas na confecção de concretos, com granulometria variando entre 4 e 16 mm, em substituição parcial do agregado gráudo, nas porcentagens de 0; 15; 30; 45 e 60%, com vistas a estudar seu efeito na trabalhabilidade e resistência do concreto. Para análise da reação álcali-sílica foram confeccionadas argamassas com substituição de vidro moído pela areia nas seguintes porcentagens: 0; 25; 50; 75 e 100% moído. Quanto à trabalhabilidade, os resultados demonstraram que a adição de vidro moído não teve efeito considerável no concreto, não seguindo uma linha de tendência com o aumento da porcentagem de vidro. Essa discrepância foi atribuída à geometria pobre (distribuição granulométrica não uniforme) do vidro moído.

De acordo do Righi *et al.* (2012), ao analisar concreto produzido com vidro moído, constatou que a resistência dos diferentes traços analisados à temperatura ambiente foram compatíveis com a resistência de dosagem usualmente especificadas na produção de concretos, sendo possível afirmar que o teor de substituição mais adequado nesta pesquisa foi de 20%, pois atingiu-se um patamar de resistência equivalente ao concreto sem substituição. No caso da substituição de 100% da areia por vidro, apesar de atingir-se resistência superior, a trabalhabilidade foi altamente prejudicada inviabilizando a moldagem manual dos corpos-de-prova.

A resistência está diretamente ligada a sua durabilidade e segurança, portanto, um fator que pode indicar a existência, ou não, de alguma patologia relacionada à argamassa e/ou ao concreto. Fensterseifer *et al.* (2010) realizaram uma pesquisa a qual obtiveram resultados em que o traço de argamassa com substituição de 20% da areia pelo vidro moído obteve o melhor desempenho aos 7 dias, acréscimo de 11,5%, atingindo o valor médio de 25,47 MPa. Substituições acima de 20% demonstraram nos resultados uma diminuição de resistência em relação ao traço de referência. Eles observaram que apenas o traço de concreto com 75% de substituição da areia média por sucata de vidro de igual granulometria, apresentou a resistência à compressão

média aos 28 dias inferior a 30,0 MPa corresponde a resistência característica adotada nesta etapa. Entretanto, mesmo este resultado permanece dentro do desvio padrão estipulado em 3,0 MPa. Portanto, a utilização do vidro moído na produção de concreto é possível, apresentando declínio de 20,8% aos 28 dias na moldagem com substituição de 50%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reciclagem do vidro pode trazer inúmeros benefícios à sociedade, pois sana alguns problemas atuais, como a disposição inadequada da sucata de vidro no solo, que provoca problemas ambientais, inundações, etc. Para a utilização deste resíduo moído em grande escala é necessário estudo do comportamento físico e químico desse material combinado com os demais componentes da argamassa e concreto. Além de pesquisas sobre a viabilidade econômica da aquisição do vidro no mercado, para verificar se o custo da produção de concreto utilizando vidro é menor do que a produção normal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: **Resíduos Sólidos – Classificação**, Rio de Janeiro, 2004.

CEMPRE - Consórcio Empresarial para a Reciclagem. Disponível em: www.cempre.org.br/. Acessado em 07 de Julho de 2019

CRENTSIL, K. S.; BROWN, T.; TAYLOR, A. **Recycled glass as sand replacement in premix concrete**, Ed. Eco-Recycled Australia and CSIRO. 2001.

FENSTERSEIFER, Cesar Augusto Jarutais, BARROSO, Lidiane Bittencourt, LOPES, Maria Isabel Pimenta, GODOY, Jaqueline de, MACIEL, Daniel Bohrer, KOLLER, Diogo Rodrigo Pizutti. Aproveitamento de vidro moído em traços de argamassa e concreto. **25ª Jornada Acadêmica Integrada. Universidade Federal de Santa Maria**. 2010. Disponível em: https://portal.ufsm.br/jai2010/anais/trabalhos/trabalho_1041290152.htm. Acessado em 12 de Agosto de 2019.

FERRARI, G.; JORGE, J. **Materiais e Tecnologias**. São Paulo: Universidade Bandeirantes. (Notas de aula). Disponível em: <http://ebookbrowse.com/apostila-parte-1rev-materiais-pdfd108975701>. Acessado em 12 de Agosto de 2019

GUERRA, Fernanda Morand. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção**. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Março/2016.

GRUBBA, D.C.R.P. **Estudo do comportamento mecânico de um agregado reciclado de concreto para utilização na construção rodoviária**. 2009. 133

F. (Doutorado em Engenharia Civil)- Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

LATTERZA, Luciano de Mello. **Concreto com Agregado Graúdo Proveniente da Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. Um novo material para Fabricação de Painéis Leves de Vedação.** São Carlos, 1998.

LÓPEZ, D. A. R., AZEVEDO, C. A. P. de. **Avaliação da utilização de vidro moído como material agregado ao concreto.** UNISC – Santa Cruz do Sul; ULBRA. Canoas, 2003.

MARQUES, A. C.; RICCI, E. C.; TRIGO, A. P. M.; AKASAKI, J. L. Resistência Mecânica do Concreto Adicionado de Borracha de Pneu Submetido à Elevada Temperatura. **Anais das XXXII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural.** Campinas São Paulo. 2006.

MEYER, C., Y. Xi, J. **Mater. in Civil Eng.** ASCE **11**, 2 (1999).

MOHAMAD, Gandhi *et al.* Viabilidade Tecnológica para o Uso do Vidro Moído em Argamassa e Concreto. **Anais do 52º Concreto Brasileiro do Concreto.** Fortaleza, IBRACON 2010.

RIGHI, Débora. KOHLER, Lucas. TABARELLI, Aline. KIRCHOF, Larissa e LIMA, Rogério Lima. Análise de concretos produzidos com vidro moído quando submetidos à elevadas temperaturas. **XXXV Jornada Sul Americana de Engenharia Estrutural. ASAAE - Associação Sul Americana de Engenharia Estrutural,** 2012.

SANTOS, P.S. **Tecnologia de argilas:** aplicações. São Paulo: Egdard Blucher, 1975. V.2.

TOPÇU, I. B., CANBAZ, M. Properties of concrete containing waste glass. **Cement and Concrete Research.** Elmsford, v.34, n.1, p. 267–274, 2004.