

ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DO POTENCIAL USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ARGAMASSA DE RESTAURAÇÃO

*Bibliographic analysis of the potential use of construction and demolition residues
in restoration mortar*

Ana Paula Sturbelle Schiller¹
Letícia Aguilera Larrosa da Rocha²

RESUMO

Argamassas são misturas de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e água. Ao longo da sua produção e utilização, muitos componentes têm sido empregados como aglomerantes, tais como a argila, o gesso e a cal. No Brasil, até meados do século XIX, a cal era o aglomerante empregado em argamassas de revestimento e de assentamento de alvenaria. Segundo Souza (2013), as argamassas históricas assumiram papel importante na conservação do patrimônio edificado pois além da preservação do substrato, representam a história de um povo em um determinado período, através dos materiais e técnicas utilizados na sua confecção. A utilização dos resíduos de construção e demolição (RCD) como agregado reciclado está sendo pesquisado para as mais variadas aplicações. Este artigo traz uma revisão bibliográfica com o objetivo de analisar o comportamento do resíduo de construção e demolição em argamassas de restauração de edificações históricas. Foram estudadas três publicações sobre o assunto, sendo uma com a utilização de resíduo de polimento de porcelanato, uma utilizando resíduo de vidro e a terceira com a incorporação de resíduo de cerâmica. A partir destes estudos foi concluído que Resíduo de Construção e Demolição pode ser utilizado como agregado reciclado em obras de restauração, desde que, na formulação das argamassas de substituição sejam atendidas as características das argamassas preexistentes.

Palavras-Chave: Argamassa, Resíduo, Restauração.

¹ Professora, Instituto Federal Sul-riograndense – Campus Jaguarão/RS. E-mail: eng.anapschiller@gmail.com.

² Professora, Instituto Federal Sul-riograndense – Campus Jaguarão/RS E-mail: arq.leticiaguilera@gmail.com.

ABSTRACT

Mortar is a mixture of one or more binders, small aggregates and water. Throughout their production and use, various components have been employed as binders, such as clay, plaster and lime. In Brazil, until the mid-19th century, lime was the binder employed in mortar of coating and masonry settlement. According to Souza (2013), historical mortars played an important role in the conservation of the built heritage because in addition to the preservation of the substrate, they represent the history of a people in a given period, through the materials and techniques used in its preparation. The use of construction and demolition waste (CDW) as a recycled aggregate is being researched for the most varied applications. This article brings a bibliographic review with the objective of analyzing the behavior of construction residue and demolition in mortar of restoration of historical buildings. Three publications on the subject were examined, one with the use of porcelain polishing residue, one using glass residue and the third with the incorporation of ceramic residue. From these studies it was concluded that Construction and Demolition residue can be used as a recycled aggregate in restoration work, provided that in the formulation of replacement mortar, the characteristics of preexisting mortar are met.

Keywords: Mortar, Residue Restoration.

INTRODUÇÃO

Na literatura atual (Yazigi, 2009), encontra-se que as argamassas são misturas de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e água. Nessa mistura, além dos componentes essenciais, eventualmente podem ser adicionados outros elementos com a finalidade de conferir ou melhorar determinadas propriedades.

Ao longo da sua produção e utilização, na argamassa, muitos componentes têm sido empregados como aglomerantes, como a argila, o gesso e a cal. No Brasil, até meados do século XIX, a cal era o aglomerante empregado em argamassas de revestimento e de assentamento de alvenaria. Este fato fomentou que várias fontes de matéria prima fossem utilizadas para a produção de cal aérea, tais como conchas marinhas, corais e as rochas calcárias, que apresentam alto índice de carbonato de cálcio.

Neste artigo será apresentada a revisão histórica do processo de transformação e influência da argamassa nas edificações ao longo do tempo, com o objetivo de analisar o comportamento do uso de resíduo de construção e demolição em argamassas de restauração de edificações históricas.

Para melhor delimitar esse estudo, a pesquisa bibliográfica parte do período brasileiro em que a cal aérea era o aglomerante mais empregado nas argamassas das construções no Brasil.

Dessa forma, com base em Kanan (2008), durante o período que a cal aérea foi utilizada em larga escala no Brasil, seu processo de produção ocorreu de três formas distintas: i) Calcinação, que é a queima do calcário ou outras fontes de matéria prima que tenham como constituinte principal o carbonato de cálcio (CaCO_3); ii) hidratação, quando o óxido de cálcio (CaO) reage com a água e forma o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); E por fim, por iii) carbonatação, que é a reação de cura da argamassa de cal aérea, em que o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), presente na argamassa fresca à base de cal, reabsorve o anidrido carbônico, presente no ar, e se transforma novamente em carbonato de cálcio (CaCO_3).

De acordo com Salles, G. S. (2017), há algumas décadas a cal caiu em desuso e o conhecimento experimental empírico foi quase totalmente perdido, especialmente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, nos quais o Brasil se inclui.

Quanto à função das argamassas de revestimento, verifica-se que, fundamentalmente, protege as alvenarias contra intempéries e agentes agressivos, pois é o elemento mais externo de uma edificação, e por essa localização, é um dos primeiros elementos construtivos a sofrer degradação.

Segundo Souza (2013), as argamassas históricas assumiram papel importante na conservação do patrimônio edificado, justamente por protegerem a alvenaria contra as ações climáticas, choques mecânicos, além de conferirem o aspecto de conservação à edificação.

Além do importante papel de preservação do substrato, as argamassas representam a história de um povo em um determinado período, através dos

materiais e técnicas utilizados na sua confecção. Desta forma, preservar os materiais de edificações históricas é preservar os bens herdados das gerações passadas.

Há muito tempo que a humanidade tem demonstrado preocupação com a preservação de suas heranças culturais. Segundo Curval, (2008), no século III já existiam ações preservacionistas, já que o imperador romano Alexandre aplicava multas a quem comprasse uma casa com a intenção de demoli-la. Posteriormente, no Império Romano, final do século IV, havia um código de posturas que visava à conservação da imagem da cidade. No Império Bizantino, havia leis que proibiam a desfiguração de fachadas e seus ornamentos.

Segundo Kanan (2008), muitas vezes os revestimentos apresentam sinais de degradação somente superficiais e é possível limpar, conservar ou reparar antes de realizar intervenções radicais e irreversíveis. Ao encontro deste argumento, Salles (2017), observa que numa intervenção sobre um edifício antigo, a primeira opção deve ser sempre a conservação dos revestimentos existentes, através de planos de manutenção e reparações pontuais.

Ainda de acordo com Kanan (2008), para realizar a substituição da argamassa parcial ou totalmente, é necessário que os materiais de substituição sejam idênticos aos antigos. Isso quer dizer que as propriedades físico-químicas e estéticas devem ser consolidadas, não necessariamente através de materiais exatamente iguais.

Para Salles (2017), somente quando não for possível, sob o ponto vista técnico e econômico, realizar a conservação do revestimento, deve-se recorrer a reparos parciais ou totais destes, mediante as argamassas de substituição. Estas devem ser formuladas tendo em conta as características das argamassas preexistentes, para evitar a aceleração da degradação dos materiais antigos, em particular do substrato.

Referente ao restauro, encontra-se no artigo 8º da carta de Restauro Italiana (1972), orientação em que consta que qualquer intervenção na obra ou em seu entorno deve ser realizada com técnicas e materiais que assegurem que no futuro, não ficará inviabilizada outra eventual intervenção para recuperação. Além

disso, que qualquer intervenção deve ser estudada e justificada por escrito, juntamente com relatório fotográfico de antes, durante e após a intervenção.

Ainda de acordo com a carta de Restauro Italiana, a realização do projeto para a restauração de uma obra arquitetônica deverá ser precedida de um minucioso estudo sobre o monumento. Durante o processo de restauração é necessário respeitar e conservar a autenticidade dos elementos construtivos.

Assim sendo, com o foco no processo de restauro e no potencial uso de resíduos de construção e demolição em argamassa para restauração, a próxima seção detalhará aspectos e características pertinentes das argamassas para essa utilização, bem como o uso de resíduos de construção e demolição em argamassas de restauração

REFERENCIAL TEÓRICO

CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS

Nas últimas décadas ocorreu um aumento na necessidade de formulação das argamassas de restauração. Tal fato está relacionando a deterioração das argamassas originais devido a intemperismo natural e por poluentes atmosféricos. O ponto inicial para a definição da mistura é a caracterização da argamassa antiga e seu contexto histórico. Conforme Kanan, (2008), as argamassas antigas apresentam características mais heterogêneas na sua constituição que as argamassas atuais. Apresentam também maior cristalização na sua microestrutura, alterações de constituintes, presença de agentes deteriorantes e, com isso, há mais dificuldade para determiná-las. Uma argamassa que sobreviveu vários séculos ou décadas envelhece e traz mudanças em sua microestrutura devido à recristalização da calcita (carbonato de cálcio) formada durante a cura da argamassa.

A determinação do tipo de aglomerante e agregado utilizado nas argamassas é fundamental para compreender o comportamento das mesmas e seu mecanismo de desgaste. Desta forma, determinar o traço (proporção do

aglomerante e do agregado) é fundamental, já que influenciarão em várias propriedades tais como resistência, textura, porosidade e cor.

Os agregados utilizados em argamassas antigas podem ser constituídos de areia sílica (SiO_2), tijolo ou telha triturados em forma de agregado, ou agregados calcários, conchas marinhas, fragmentos de rochas, ou mesmo de antigos rebocos, como já foi comentado acima. Percebe-se que mesmo sem haver a consciência ambiental para o reaproveitamento de resíduos de construção e demolição, já acontecia a reutilização destes elementos na confecção das argamassas, pois requeria menos energia para a produção ou entrega do material.

De acordo com Bauer et.al. (2012), as argamassas de revestimentos devem ser dosadas de forma que atendam um conjunto de propriedades em seu estado fresco, e que em seu estado endurecido atenda o desempenho mínimo do sistema de revestimento.

A reconstrução do traço das argamassas de aglomerante a base de cal nem sempre é tarefa fácil, pois a cal pode ser composta de carbonato de cálcio (CaCO_3) ou Carbonato de Magnésio (MgCO_3). Desta forma, quando o agregado utilizado é de origem sílica, a determinação é simples de ser realizada, mas se o agregado for composto de carbonato de cálcio, como calcário, mármore, dolomito, conchas marinhas, ou mesmo restos de revestimentos antigos triturados em forma de agregado miúdo, a identificação das frações do aglomerante e do agregado com a mesma natureza química se torna mais difícil.

De acordo com Rodrigues (2012), as análises laboratoriais são valiosas para a investigação da composição das argamassas antigas, possibilitando a compatibilização entre os materiais e o substrato. As Técnicas mais utilizadas são difração de raio-X (DRX); análise termogravimétrica (ATG/DTA); microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura com EDS (MEV-DTA); análise química (ataque com ácido clorídrico) e análise granulométrica.

O USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ARGAMASSAS DE

RESTAURAÇÃO

A utilização dos resíduos de construção e demolição (RCD) como agregado reciclado está sendo pesquisado para as mais variadas aplicações estando, entre elas, para argamassas de revestimento e assentamento. O uso do RCD beneficiado em substituições parciais do agregado natural contribui para o desenvolvimento de materiais sustentáveis, tendo em vista que esse resíduo pode corresponder a mais de 50% da massa dos resíduos municipais (Jochem, 2012).

O termo “sustentabilidade” não era conhecido nas sociedades antigas. No entanto, elas a praticavam no uso de materiais locais para suas construções. O beneficiamento de novos materiais demandava um grande consumo de energia, desta forma os povos antigos reaproveitavam matérias locais como telhas, tijolos, conchas marinhas, fragmentos de rochas e até mesmo restos de antigos rebocos (Salles, 2017).

De acordo com Rodrigues (2012), os romanos contribuíram muito com o processo de reutilização de resíduos. Com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas das argamassas utilizavam fragmentos de cerâmica, tijolos ou pó desses materiais, que possuíam sílica e alumina em sua estrutura.

Ainda de acordo com o autor, vem ocorrendo um crescente interesse no uso de novas tecnologias e materiais para revestimento de edifícios antigos, em substituição dos originais. A característica da argamassa implantada dependerá do revestimento antigo, ela poderá ser aditivada com resíduos de pó de tijolo e outros aditivos minerais.

No estudo realizado por Breitenbach (2013), analisou-se a potencialidade do uso de argamassa com substituição do agregado miúdo por resíduo do polimento de porcelanato. O autor partiu de um traço experimental de 1:3 (cal e areia), em volume, comumente utilizada como revestimento argamassado de edifícios históricos e substituiu o agregado por resíduo com teores que variaram de 5% a 30% (em massa).

Fragata, et. al (2007), realizaram um estudo analisando a influência da incorporação de resíduos de vidro em argamassa de revestimento. Os autores

utilizaram o traço 1:1:4 (Cal aérea em pó, vidro moído, areia do rio Tejo) em volume. Esse traço foi escolhido pelos autores devido a outros estudos realizados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC do Instituto de investigação e desenvolvimento científico e tecnológico de Portugal.

Matias (2014), avaliou o desempenho de argamassas de cal com a incorporação de resíduos de cerâmica utilizando os traços 1:2, 1:3 e 1:4 (aglomerante, agregado). Os resíduos foram incorporados como substitutos parciais do agregado, nas percentagens de 20%, 30% e 40%, enquanto a fração fina dos resíduos foi introduzida como substituto parcial do ligante (no caso, cal aérea), nas percentagens de 10% e 20%.

MÉTODO E MATERIAIS

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica de caráter analítico a respeito do potencial uso de resíduos de construção e demolição em argamassa de restauração. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências sobre o tema, realizadas anteriormente e publicadas por meios escrito e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites.

O levantamento das referências foi realizado nos meses de julho e agosto de 2019. Utilizou-se como ferramenta de pesquisa o Google Acadêmico, como critérios de inclusão referências publicadas nos últimos 15 anos e as palavras chaves: “resíduo em argamassa de restauro” e “argamassas de reabilitação com resíduos”.

Como resultado da busca por referências científicas que se adequassem aos critérios de inclusão, obteve-se sete artigos, seis dissertações, quatro teses e uma monografia. Foi realizada uma leitura seletiva para escolha do material que se adequassem aos objetivos e tema deste estudo e foram selecionadas duas teses, e um artigo. Com a escolha dos materiais, passou-se para a fase de leitura analítica para catalogação dos resultados e, por fim, leitura interpretativa e redação. Dos trabalhos encontrados na busca inicial, apenas 3 estavam de acordo com os

objetivos do estudo e com base nesses obteve-se os seguintes resultados:

Os testes realizados por Breitenbach (2013) mostraram que as argamassas com substituição de 10%, 15% e 20% apresentam boa adequação como revestimento, obtendo um resultado final compatível em durabilidade, trabalhabilidade e aderência. Portanto, o estudo concluiu que a utilização do resíduo de pó de porcelanato é adequado no desenvolvimento de um material com bom desempenho para reparar ou substituir argamassas existentes em edifícios antigos.

O estudo de Fragata, et. al. (2007), analisando a influência da incorporação de resíduos de vidro em argamassa de revestimento, mostrou um pior comportamento das argamassas em condições de cura úmida. No entanto, a incorporação de resíduos de vidro melhora o desempenho das argamassas quando comparado a argamassas apenas de cal aérea, desde que sejam curados ao ar.

Já a avaliação de Matias (2014), do desempenho de argamassas de cal com a incorporação de resíduos de cerâmica, constatou que a incorporação de resíduos de cerâmica, em geral, melhora as propriedades das argamassas, sobretudo as propriedades mecânicas. Observou também que o comportamento diante da presença de água, apesar de não ser afetado de forma significativa, acaba por ser um pouco menos favorável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos observados e comentados acima, conclui-se que o estudo das características e propriedades das argamassas históricas tornou-se imprescindível para sua conservação, manutenção e repato, uma vez que estes revestimentos possuem papel importante na conservação do patrimônio edificado e representam a história da sociedade em que estão inseridas. Desta forma, ressalta-se que para respeitar e conservar a autenticidade dos elementos construtivos e sua essência histórica, é necessário que seja realizado um estudo esmiuçado sobre o elemento em questão e que este estudo deve ser prévio ao projeto de restauração.

A partir dos estudos analisados nesta pesquisa, conclui-se que o Resíduo de Construção e Demolição pode ser utilizado como agregado reciclado em obras de restauração, desde que, na formulação das argamassas de substituição sejam atendidas as características das argamassas preexistentes. É importante destacar que para que estas substituições obtenham bom desempenho, é preciso que sejam realizadas análises laboratoriais para investigação da composição da argamassa, possibilitando assim a compatibilização entre os materiais e os substratos. Com estes resultados, devem ser feitos testes de comportamento da argamassa com seu traço original e com as incorporações dos novos materiais, para efeitos de comparação de performance.

REFERÊNCIAS

- BAUER, E.; PAES, I. N. L.; SILVA, M. N. N. B.; KRAUS, E. **A Influência Do Transporte De Água No Comportamento Dos Revestimentos De Argamassa Nos Momentos Iniciais Pós-Aplicação**. 4º Congresso Português de Argamassas e ETICS. Coimbra, 2012.
- BREITENBACH, S. B. **Desenvolvimento de argamassa para restauração utilizando resíduo do polimento do porcelanato**. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia dos Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.
- CARTA DO RESTAURO 1972, Ministério De Instrução Pública Governo Da Itália, Circular Nº 117 De 6 De Abril De 1972
- Fragata A., Veiga M.R., Velosa A.L., Ferreira V.M. **Incorporação de resíduos de vidro em argamassas de revestimento: avaliação da sua influência nas características da argamassa**. In: 2º Cong. Nac. Argamassas de Construção, APFAC, Lisboa, FIL, 2007a.
- GUERRA, E.L.A. **Manual Pesquisa Qualitativa**. Belo Horizonte, Grupo Anima Educação, 2014.
- JOCHEM, L.F. **Estudo Das Argamassas De Revestimento Com Agregados Reciclados De RCD: Características Físicas E Propriedades Da Microestrutura**. Dissertação de

Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2012.

MATIAS, G. M. L. **Argamassas de Reabilitação com Resíduos de Cerâmica**. Tese de doutorado. Universidade de Coimbra. 2014.

RACENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa**. 2º ed. Porto Alegre: EDIPURS, 2015. 188p.

RODRIGUES, P.N. **Caracterização Das Argamassas Históricas Da Ruína De São Miguel Arcanjo/RS**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2013.

SALLES, G. D. S. **Argamassas de substituição em edifícios históricos: estudo da compatibilidade através das propriedades mecânicas e do comportamento à água**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará. Belém, 2017.

SOUZA, J. S. C. **Estudo de argamassa à base de cal e metacaulim para intervenções em revestimento das edificações históricas**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2013.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10º ed. São Paulo: Pini, 2009. 772p.