

AGREGADOS CERÂMICOS: Investigação da substituição de agregados naturais no concreto

Sandy Yasmin Oscar dos Santos¹; Malani Helena do Amaral^{2,4}; Lucas Henrique Lozano Dourado de Matos^{3,4*}

¹ Graduanda em Engenharia Civil, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; ² Engenheira Civil – FITL/AEMS, Esp. em Gestão de Produção e Logística Empresarial – UCAM, Esp. em Engenharia de Suprimentos – Faculdade Única; ³ Mestre em Engenharia Civil – UNESP; Especialista em Gestão de Projetos – ESALQ/USP; ⁴ Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

* autor correspondente: englhmato@gmail.com

RESUMO

Há uma preocupação muito grande com o descarte indevido dos resíduos da construção civil, e o meio ambiente é um dos cenários mais prejudicados com esse descarte indevido. Pensando nisso, se realizaram diversos estudos para que houvesse uma possível solução, assim efetuaram a troca dos adicionais na produção de concreto. Houve então a substituição dos agregados convencionais pelos oriundos, do processo de reciclagem dos resíduos de construção civil. Este trabalho teve como objetivo analisar as opções e resultados do acréscimo de agregados no concreto.

PALAVRAS-CHAVE: resíduo cerâmico vermelho no concreto; resíduos da construção civil; impacto dos resíduos na construção civil.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das maiores geradoras de impactos ambientais, sendo uma das responsáveis pela destruição do meio ambiente, por gerar um grande volume de resíduos (LIMA; SILVA; SOUZA, 2019). É importante que engenheiros e empresas construtoras busquem meios de solucionar ou minimizar esses impactos.

O processo de fabricação do concreto convencional agride o meio ambiente, pelo fato de suas matérias primas serem extraídas da natureza.

O concreto sustentável é uma opção quando o assunto é sustentabilidade, pois a substituição de matéria prima, como areia e brita, pelos resíduos da própria construção traz não somente um impacto positivo para o meio ambiente como também financeiro, pois sua composição leva materiais reciclados.

Em meio a estas obras há um

desperdício de material, como destacado por Nunes e Souza (2017), em que a principal área onde se há um desperdício está nas utilizações tradicionais que são o concreto armado e alvenaria em blocos cerâmicos.

E parte desse material tem destino impróprio, como terrenos baldios, margens de rio e ruas, entre outros locais que causam problemas como obstrução de vias públicas, alagamentos e inundações, poluição ambiental, proliferação de endemias, mas apesar desses problemas é possível utilizar alguns destes resíduos evitando a extração de matéria prima natural.

Será investigada neste trabalho a possibilidade de utilização de resíduos de cerâmica vermelha como um agregado para a fabricação do concreto sustentável, diminuindo então a extração de matéria prima e o desperdício de material.

O objetivo do trabalho é investigar o comportamento dos concretos com a

substituição de agregados naturais por agregados reciclados de resíduos cerâmicos. Verificar a possibilidade da substituição parcial dos agregados naturais por agregados reciclados de resíduos cerâmicos, analisar o comportamento da substituição nas propriedades do concreto em estado fresco e endurecido e analisar o comportamento do concreto produzido com agregados reciclado de resíduos cerâmicos visando a aplicação comercial.

A busca foi feita em consulta à base de dados do Google Acadêmico, com as palavras chaves: *resíduo cerâmico vermelho no concreto* dentre os anos de 2016 a 2019. E após uma análise qualitativa em relação à relevância dos resultados obtidos e similaridade ao tema abordado foram selecionadas as seguintes quantidades de artigos para compor o trabalho: No ano de 2016 foram encontrados 371 resultados, retirados como relevantes para o trabalho 10 artigos, e em relação a esse total foram selecionados 3 artigos para compor a revisão bibliográfica. No ano de 2017, foram encontrados 429 resultados, retirados como relevantes para o trabalho 8 artigos, e em relação a esse total foram selecionados 2 artigos para compor a revisão bibliográfica. No ano de 2018 foram encontrados 402 resultados, retirados como relevantes para o trabalho 7 artigos, e em relação a esse total foi selecionado 1 artigo para compor a revisão bibliográfica. No ano de 2019 foram encontrados 342 resultados, retirados como relevantes para o trabalho 5 artigos, e em relação a esse total foi selecionado 1 artigo para compor a revisão bibliográfica.

2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONCRETO

Nunes e Souza (2017) elaboraram uma pesquisa para efetuar a comparação dos desperdícios das matérias primas nas obras da construção civil, o estudo foi realizado com suporte em referências já

existentes, com o objetivo de identificar a possibilidade de minimização dos desperdícios substituindo os processos convencionais por processos industriais, como alternativa para a estrutura, o *Steel Deck e Light Steel Framing* como alternativas para lajes e o *Light Steel Framing* e o *Drywall* como alternativas para os sistemas de vedação. Estes sistemas foram escolhidos, pois apresentam um potencial de redução nos desperdícios e contribuem para a produtividade das obras. Mediante aos estudos, concluiu-se que a utilização dos processos industriais na construção civil tem um resultado positivo na qualidade e no prazo de finalização gerando assim um menor desperdício, pois serão utilizados menos materiais feitos em obras e assim é gerado menos resíduos.

Rocha, Silva e Rodrigues (2016) elaboraram uma pesquisa que teve como objetivo identificar as características e a reutilização dos resíduos sólidos, utilizando livros e artigos publicados na internet e também foi efetuado um estudo de caso em forma de visita técnica em uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil, onde foram analisadas as vantagens e desvantagens da reutilização desses resíduos, que podem ser utilizados como reforço em obras de pavimentação das rodovias, ruas, aeroportos, pátios industriais e também podem ser utilizados em artefatos de concreto, e argamassa de assentamento de alvenaria de vedação. Concluiu-se que a reutilização dos resíduos sólidos é viável, pois apresenta baixo custo de matérias primas e operações, mas a quantidade de usinas para reciclagem de resíduos sólidos ainda não consegue atender alto volume dos resíduos gerados.

Formigone e Pavei (2016) elaboraram um estudo para avaliar a utilização de resíduos de placas cerâmicas para a substituição do cimento Portland em argamassas. Foram feitas substituições em proporções de volume de 0%, 5%, 12% e 20%. Foram realizados ensaios de

absorção de água, índice de vazios, determinação das massas específicas em estado seco, resistência à tração na flexão, resistência à compressão axial, absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade. Tendo analisado os resultados observaram que as substituições de 5% e 12% apresentaram melhoras nos seus resultados, pois no ensaio da resistência à tração na flexão, o traço de 12% apresentou aumento de 14% na resistência, o traço de 5%, também obteve um aumento da resistência, com 9% de aumento. Na absorção de água por capilaridade, a amostra com 5% de substituição, foi a que teve o melhor desempenho. De acordo com os resultados obtidos a utilização de resíduos cerâmicos na argamassa tem vantagens relativas ao melhor aproveitamento dos resíduos e, conseqüentemente, para o alcance de uma produção mais sustentável.

Santis (2016) realizou um estudo com agregados de argila vermelha calcinada e subprodutos agroindustriais adicionados na fabricação do concreto. Foram produzidos corpos de prova de argila vermelha calcinada com incorporações de serragem de madeira, cinzas do bagaço da cana-de-açúcar e silicato de sódio. Foram produzidos dois tipos de agregados graúdos, um composto por 57% de argila e 43% de cinza do bagaço da cana-de-açúcar conformado com água e silicato de sódio, e outro composto por 70% de argila e 30% de serragem de madeira. Os resultados indicaram viabilidade na utilização desses agregados no concreto, pois o concreto produzido com estes agregados obteve resultados similares ao concreto convencional.

Silva (2017) elaborou um estudo sobre a utilização de agregados reciclados de resíduos da construção civil (RCC), no intuito de avaliar as características desses resíduos e a sua influência na durabilidade do concreto. Realizou caracterizações físicas e químicas dos resíduos, e a pesquisa foi feita com intuito de minimizar

dois problemas para a sociedade: a destinação inadequada e geração dos resíduos da construção civil e a degradação em estruturas de concreto armado. Após a indicação dos resultados, concluiu-se que tanto os aumentos do teor de agregado reciclado, quanto da relação água/cimento tem efeitos significativos sobre as propriedades dos concretos, havendo uma redução da durabilidade das misturas. Os ensaios foram, resistência à compressão e densidade aparente, propriedades físicas e mecânicas, porosidade do concreto, o fluxo de íons cloro e dos coeficientes de difusão nos estados estacionário e não estacionário, o congelamento e descongelamento, para a substituição de 15% do agregado graúdo natural pelo agregado graúdo reciclado. Os concretos que foram produzidos com o agregado reciclado apresentaram menor resistência à compressão e densidade aparente, e a incorporação do agregado reciclado na matriz cimentícia, foi considerada prejudicial quanto às propriedades físicas e mecânicas, do concreto pois resultou no aumento da porosidade do concreto, ocasionando maior penetração de íons cloro, com aumento da profundidade de carbonatação e diminuição da resistividade elétrica, quando comparados ao concreto de referência. Em relação ao congelamento e descongelamento, a substituição feita foi eficaz quanto ao suporte de tensões de expansão da água, com um maior fator de durabilidade e não sofrendo perda de sua rigidez ou desgaste físico.

Costa (2018) elaborou um estudo com objetivo de estudar a variabilidade dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD) e sua influência nas propriedades físicas do concreto. A pesquisa foi composta de estudos bibliográficos e estudos experimentais. Na revisão bibliográfica foram estudadas as definições, políticas públicas, conseqüências ambientais da deposição dos RCD e o processo de produção de agregados reciclados. Na etapa de

estudos experimentais foram estudadas as propriedades dos agregados reciclados de RCD e sua influência nas propriedades dos concretos. Observou-se que nas amostras dos agregados reciclados obteve 3,19% de teor médio de impureza houve também influência da variabilidade entre as respectivas coletas, nos teores de argamassa, rochas, materiais cerâmicos, e impurezas no comportamento mecânico das misturas de concreto. Para os ensaios de caracterização dos agregados reciclados de RCD, todas as amostras foram lavadas em água corrente e depois as amostras foram secas em estufa. E realizados ensaios de caracterização, análise granulométrica das amostras de agregados reciclados de RCD, teor de material pulverulento, massa específica, e análise da absorção de água dos agregados reciclados. Concluiu-se que houve perda de abatimento relacionadas à absorção de água dos agregados reciclados e ao teor de material pulverulento, verificou-se que concretos fabricados com agregados reciclados apresentam resistência à compressão equivalente às misturas de concreto utilizando agregados naturais.

Lima, Souza e Silva (2019) elaboraram um estudo para demonstrar a geração de resíduo sólido classe A que provém da construção civil, por meio de entrevista dos profissionais responsáveis por este setor de descarte de resíduos sólidos. As entrevistas foram realizadas com o secretário do Meio Ambiente, secretário de administração, funcionário da secretaria de vigilância sanitária e funcionários da secretaria do Meio Ambiente de Rialma - GO. Os resultados obtidos na cidade estudada não foram satisfatórios, pois a cidade não apresenta o controle devido de resíduos, e por não serem reutilizados e descartados de forma adequada.

Aguiar (2017) realizou uma pesquisa com o objetivo de abordar aspectos da reciclagem dos resíduos de construção civil e demolição (RCD) no município

de Votuporanga (SP). Para esta pesquisa foi usada a seguinte metodologia: revisão bibliográfica sobre os temas; levantamento dos tipos de resíduos e volume recolhido e processado na usina de reaproveitamento de resíduos em Votuporanga (SP); comparação entre volumes gerados pela construção civil e os processados na usina, em termos de informações preliminares disponibilizadas pela Prefeitura Municipal e os índices fornecidos pela literatura; análise da viabilidade desta reciclagem como medida de proteção ambiental, uma vez que após processamento, os materiais são utilizados em outras atividades da construção civil, gerando economia de energia e de insumos. Após os estudos realizados concluiu-se que é necessário se ter uma melhoria na separação entre os tipos de resíduos, porém essa reciclagem é de grande utilidade para a cidade, pois os dados mostram que a reciclagem promovida retira do ambiente cerca de 20.000 toneladas por ano de materiais que poderiam ser irregularmente jogados no meio ambiente. No entanto, observou-se um número pequeno de áreas licenciadas aptas a receber esses resíduos.

Medeiros (2016) elaborou um estudo para analisar a substituição da areia na argamassa de revestimento por scheelita. Foram coletadas amostras na cidade de Currais Novos RN, na mina Brejui, e após sua extração e caracterização inicial efetuou a aplicação de resíduos grossos na argamassa. O percentual de substituição da areia pela scheelita foi de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Logo após a fabricação, a argamassa foi analisada no seu estado fresco por ensaios de consistência, densidade de massa, retenção de água e teor de ar incorporado, e no seu estado endurecido foram feitos ensaios de resistência à compressão, tração na flexão, densidade de massa, absorção de água por imersão, absorção de água por capilaridade e modulo de elasticidade dinâmico. Inicialmente mostrou-se que os resíduos

naturais grossos têm uma distribuição granulométrica muito parecida com a areia natural, apresentando uma quantidade maior de finos e uma massa específica superior à areia natural, o que promoveu a melhoria nas resistências mecânicas e módulos de elasticidade dinâmico. No estado fresco foi apresentada uma melhoria na retenção de água, no estado endurecido, as resistências mecânicas registraram resultados maiores. O melhor resultado dos experimentos foi o que substituiu 100% do agregado. Mediante aos resultados obtidos, concluiu-se que os resíduos extraídos são apropriados para serem utilizados na fabricação de argamassas para revestimentos convencionais.

Ferreira et al. (2016) elaboraram um estudo para avaliar a influência do RCC nas propriedades físicas e mecânicas de argamassas de revestimento. Foi efetuada a substituição de 70%, 90% e 100%. Realizaram ensaios de granulometria, massa específica, massa unitária e teor de material pulverulento, logo após esses ensaios realizados, avaliou-se também as propriedades das argamassas no estado fresco, com ensaios de consistência, densidade de massa e teor de ar incorporado e no estado endurecido, ensaios de absorção de água por imersão, absorção de água por capilaridade, densidade de massa, resistência à compressão axial e à tração na flexão. Conclui-se que a substituição de 70% é a que traz melhores resultados.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa realizada neste trabalho, pode-se observar que a substituição dos agregados convencionais por agregados reciclados tem um resultado positivo, os percentuais nessas substituições são satisfatórios. Instruindo-se destes assuntos observou-se que os percentuais que mais apresentou um resultado positivo na substituição de cimento Portland foi a substituição de 5% e

12% utilizando resíduos de placa cerâmica, já na substituição de areia por scheelita o melhor resultado foi o que substituíram 100%.

Além de ser uma solução para a preservação no meio ambiente estas substituições também apresentaram baixo custo de matérias primas e operações, o que levam a um melhor resultado econômico. Também é possível observar os resultados que indicam viabilidade na utilização desses agregados no concreto, pois o concreto produzido com agregados reciclados obteve resultados similares ao concreto convencional, pois apresentaram resistência à compressão equivalente às misturas de concreto utilizando agregados naturais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. C. P. Reciclagem de resíduos da construção civil (rcc) e a mitigação de impacto ambiental: estudo de caso. Congresso Abes- Fenansan 2017, Votuporanga-sp, p. 1-11, 2017.

COSTA, J. Y. A. Agregado reciclado de resíduos de construção e demolição: variabilidade e influência no comportamento mecânico do concreto. 2018. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civi, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2018.

FERREIRA, R. L. S. et al. Caracterização e estudo comparativo entre dosagens de argamassas para revestimento, utilizando resíduos da construção civil (RCC) oriundos da Grande Natal/RN. II Congresso Luso-brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, Grande Natal, p. 1-12, 2016.

FORMIGONI, M. W.; PAVEI, E. G. Análise da influência da substituição parcial do cimento portland por resíduos de placas cerâmicas desconformes na argamassa. Unesc- Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, p. 1-23,

fev. 2016.

LIMA, A. I. N.; SILVA, É. de L.; SOUSA, H. C. de. Gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no município de Gialma-GO. CIPEEX, Rialma-go, p. 1-5, 2019.

MEDEIROS, M. Estudo de argamassas de revestimento com resíduos de scheelita. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

NUNES, G. de F.; SOUSA, P. F. de. Potencial de redução de desperdício na construção civil com a substituição de sistemas construtivos convencionais por industrializados. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, p. 1-81, 2017.

ROCHA, J. C. C. da; SILVA, L. F. S. da; RODRIGUES, P. S. H. Resíduos de construção civil: características e aplicações. Unitoledo, Araçatuba, p. 1-19, 2016.

SANTIS, B. C. de. Concretos leves com agregados inovadores de argila vermelha calcinada e produtos agroindustriais. 2016. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo Faculdade de Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2016.

SILVA, G. A. de O. e. Avaliação da durabilidade de concretos contendo agregados reciclados de resíduos de construção civil (RCC). 2017. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.