

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA ARGAMASSA COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO NATURAL POR MATERIAL RECICLADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ricardo Guedes de Lima ¹

Héllykan Berliet dos Santos Monteiro ²

Fernando Chagas de Figueiredo Sousa ³

Ranailsa de Souza Satiro ⁴

Thalita Maria Ramos Porto ⁵

RESUMO

O processo de reciclagem de resíduos da construção civil tem-se mostrado como uma alternativa eficiente na redução de impactos ambientais causados pelo grande consumo e a elevada demanda de matéria-prima. Este artigo tem por objetivo avaliar as propriedades mecânicas da argamassa com substituição parcial do agregado miúdo natural por porcentagens de agregado reciclado oriundo de corpos de provas de concreto convencional. A caracterização física e mecânica dos materiais utilizados foram realizados no laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas da Faculdade Santa Maria – FSM. A partir do traço convencional de argamassa realizou-se a substituição parcial do agregado miúdos nas porcentagens de 10, 30 e 60% de agregado reciclado. Foi realizada a moldagem de dois corpos de prova para cada período de cura e, por fim, a realização dos ensaios de resistência à compressão aos 7, 21 e 28 dias. Notou-se que o melhor traço foi o que apresentou o percentual de 60% de agregado miúdo reciclado, pois para todos os períodos (7, 21, 28) esse traço exibiu as melhores resistências em relação as demais substituição.

Palavras-chave: Resíduos reciclados, argamassa reciclada, Resistência à compressão.

¹ Graduando do Curso de **Engenharia Civil** da Faculdade Santa Maria - FSM, ricardo.guedes.50767@hotmail.com;

² Docente do curso de engenharia civil da Faculdade Santa Maria - FSM, hellykan@hotmail.com;

³ Docente do curso de engenharia civil da Faculdade Santa Maria - FSM, sousaf.figueiredo@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de **Engenharia Civil** da Faculdade Santa Maria - FSM, rana.satiro@live.com;

⁵ Professor orientador: Mestre, Faculdade Santa Maria - FSM, thalita_porto8@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A construção civil tem um papel fundamental para crescimento econômico, melhorando a renda da população, com a movimentando o mercado de trabalho, gerando empregos diretos e indiretos. No entanto, ao passo em que este setor possui uma enorme relevância para o desenvolvimento econômico, é uma das áreas que mais causam impactos ambientais em especial na elevada geração de resíduos e no consumo de recursos naturais.

Contudo, a sustentabilidade ganhou importante relevância no mundo das construções, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais causados pelas obras, que começam desde a extração de matérias-primas até a produção e destinação final dos resíduos gerados, buscando, cada vez mais, com que os profissionais dessa área dediquem mais tempo e recursos em pesquisas que visam a utilização de materiais alternativos para suprirem as necessidades da construção civil.

Nesse contexto, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de verificar a viabilidade de empregar os resíduos produzidos pela construção civil como matéria-prima para a fabricação de novos materiais utilizáveis, reinserindo-os na própria cadeia produtiva da construção.

Simultaneamente a preocupação com a geração e descarte de resíduos da construção civil, existe a necessidade de controle e diminuição da extração de matéria prima natural, que muitas vezes, é feita de forma exacerbada. Cita-se como exemplo, a extração da areia, produto básico na construção civil.

A areia é indispensável na construção em grandes centros urbanos, e por muitos anos foi explorada sem controle ou fiscalização, resultando na exaustão das jazidas minerais (MOLETTTO, 2005).

A extração da areia, um dos principais recursos naturais usados na construção civil, gera inúmeros impactos negativos ao meio ambiente, como a depreciação da qualidade das águas, incidência de processos erosivos, alterações na geomorfologia fluvial dos cursos d'água, além da possibilidade de escassez dessa matéria prima no futuro (NOGUEIRA, 2016). Ao mesmo tempo, ocorre enormes desperdício e perdas de materiais durante a construção de

uma edificação, que em sua maioria, são descartados de modo irregular gerando resíduos (SINDUSCON, 2011).

A argamassa é o objeto de pesquisa em várias instituições, sejam elas de ensino e/ou de pesquisa, onde a principal análise é em relação à resistência mecânica da peça, o que resulta, após a ruptura dos corpos-de-prova, em um grande volume de material sem destinação adequada. Em consoante, torna-se relevante o emprego do resíduo oriundo de corpos de provas de concreto convencional como matéria prima para fabricação de novos materiais que além de contribuírem com o ganho de resistência mecânica, possibilita uma destinação adequada dos resíduos reduzindo tanto a exploração dos recursos naturais como o consumo energético proveniente da fabricação dos insumos.

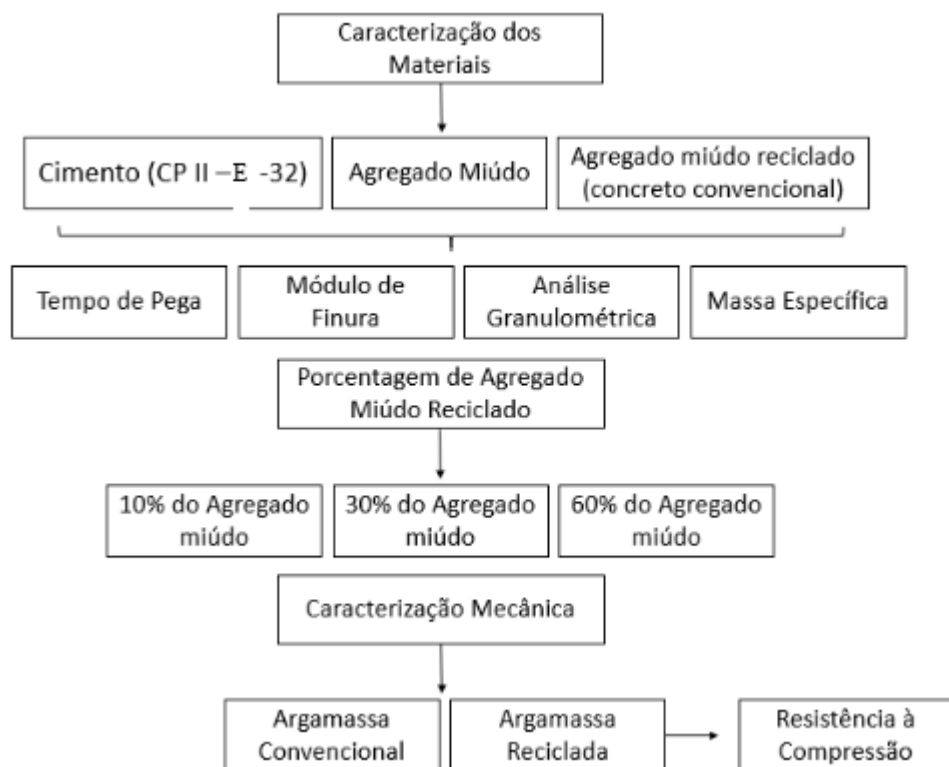
Neste contexto, esta pesquisa visa analisar as propriedades mecânicas da argamassa com a substituição parcial do agregado miúdo por porcentagem de agregado reciclado oriundo de corpos de provas de concreto convencional, nas porcentagem de 10%, 30% e 60%, analisando as resistências à compressão nos tempos de cura de 7, 21 e 28 dias.

Após a realização dos ensaios de resistência à compressão para todas as substituições propostas, notou-se que o melhor traço foi o que apresentou o percentual de 60% de agregado miúdo reciclado em substituição ao agregado miúdo natural, pois para todos os períodos (7, 21 e 28 dias) esse traço exibiu as melhores resistências em relação as demais substituições.

METODOLOGIA

O estudo apresentado caracteriza-se com experimental, realizado no laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas da Faculdade Santa Maria – FSM, na cidade de Cajazeiras, no alto sertão da Paraíba. O fluxograma abaixo, apresenta as etapas para realização do estudo em questão.

Figura 01 – Apresentação das etapas de realização laboratorial



Fonte: Autor (2019)

Para a produção das argamassas convencionais e com substituição parcial do agregado miúdo, utilizou-se como aglomerante o cimento portland do tipo CP II – E – 32, aglomerante esse selecionado por ser o mais utilizado na região onde foi realizado o trabalho exposto. Para a caracterização do aglomerante selecionado, realizou-se os ensaios de módulo de finura, massa específica e tempo de pega.

Os resultados dos ensaios de caracterização do aglomerante utilizado apresenta-se no quadro 01. Destaca-se a realização de duas amostras para cada determinação do módulo de finura, massa específica e tempo de pega, para validação dos resultados.

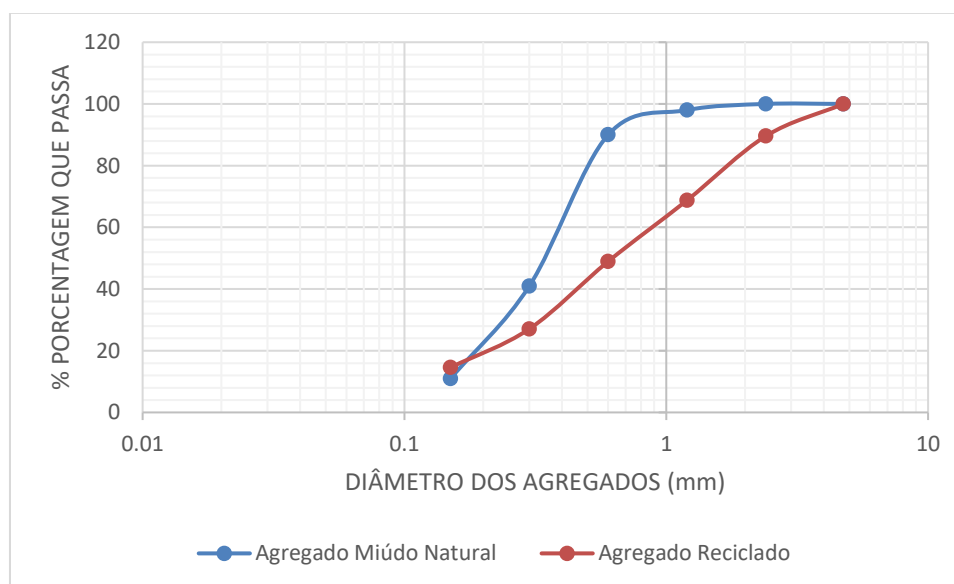
Quadro 01 – Caracterização do Cimento Portland (CP II – E – 32)

Caracterização do Cimento (CP II - E - 32)	
Massa Específica (g/cm ³)	3,15

Fonte: Autor (2019)

Para a caracterização dos agregados miúdos naturais e reciclados (oriundos da reciclagem de corpos de provas de concretos convencionais) foram realizados foi realizado o ensaio de análise granulométrica de acordo com a ABNT NBR NM 248/2003: Agregados – Determinação da Composição granulométrica. Foi realizado seguindo as recomendações das normas técnicas vigentes para a preparação das amostras, utilizando uma amostragem de 500g de agregado miúdo convencional e reciclado, adicionados nas séries de peneiras: 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 600µm, 300µm, 150µm e fundo. Os resultados do ensaio realizado no agregado miúdo e reciclado estão na Figura 01.

Figura 01 – Curva de análise granulométrica dos agregados miúdos naturais e reciclados



Fonte: Autor (2019)

Posteriormente, realizou-se o ensaio de massa específica para a caracterização do agregado miúdo natural e reciclado, normatizado pela NBR 9776 – Agregados – Determinação da massa específica em agregados miúdos por meio do frasco de Chapman (Figura 03). Os resultados obtidos, foram calculados utilizando a seguinte equação:

$$\mu = \frac{500}{L - 200}$$

Onde,

μ = massa específica do agregado miúdo; expressa em g/cm^3 ;

L = leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).

O resultados obtidos a partir da equação acima, estão mostrados na quadro 02. Destaca-se a realização de duas amostras para cada determinação da massa específica, para validação dos resultados.

Quadro 02 – Massa Específica dos agregados miúdos naturais e reciclados

Massa Específica (g/cm^3)	
Agregado Miúdo Natural	Agregado Reciclado
2,167	2,717

Fonte: Autor (2019)

A partir dos resultados obtidos de caracterização dos materiais, seguiu para a determinação das porcentagens de substituição dos agregados miúdos naturais por agregados reciclados provenientes da produção acadêmica de corpos de provas de concretos convencionais (Figura 02).

Figura 02 – Corpos de prova de concreto convencional



Fonte: Autor (2019)

Para a segunda etapa do estudo seguiu-se a determinação das porcentagens de substituição de acordo com o estudo realizado por Pedrozo (2008), na qual estudou a influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino em propriedades de argamassas e concretos. De tal estudo, padronizou-se nesta pesquisa as

porcentagens de 10, 30 e 60% de substituição parcial do agregado miúdo natural por agregado reciclado de concreto convencional (Figura 03).

Figura 03 – Agregado reciclado de concreto convencional



Fonte: Autor (2019)

Os corpos de provas foram moldados segundo a ABNT NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão, com a moldagem de dois corpos de provas necessários a determinação da resistência à compressão média para os tempos de cura de 7, 21 e 28 dias (Figura 04).

Figura 04 – Corpos de prova de argamassa convencional e com substituição parcial do agregado miúdo



Fonte: Autor (2019)

A última etapa realizada foi a caracterização mecânica das argamassas convencionais e argamassa reciclada. Determinou-se a resistência à compressão das argamassas, seguindo os parâmetros estabelecidos na ABNT NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão.

Figura 05 – Equipamento utilizado para determinação da resistência à compressão

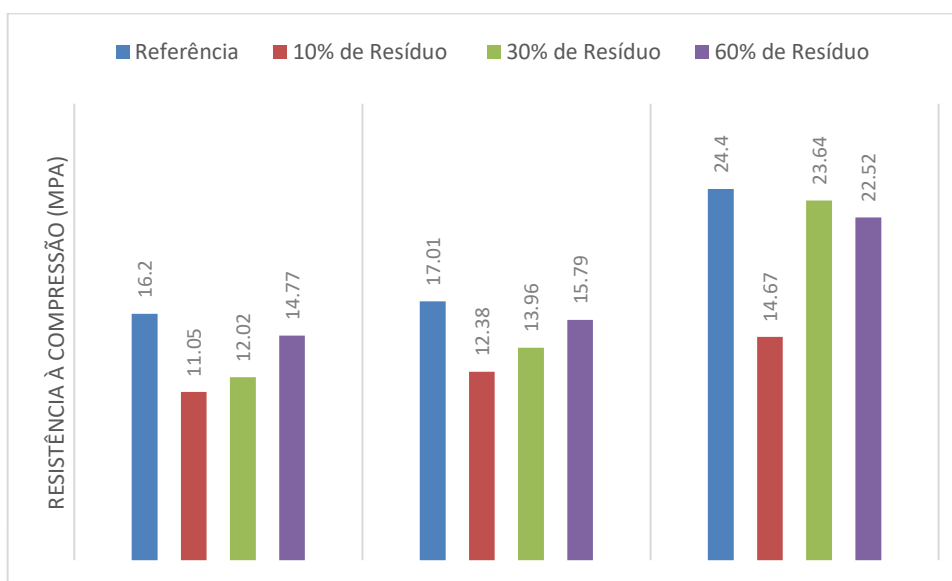


Fonte: Autor (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 06 está exposto os resultados do ensaio de resistência à compressão aos 7, 21 e 28 dias para a argamassa de referência e as argamassas com a adição de 10, 30 e 60% de agregado reciclado.

Figura 06 – Resultados do ensaio de resistência à compressão



Fonte: Autor (2019)

Observa-se que a adição de agregado reciclado, proporcionou um incremento de resistência à compressão das argamassas, para todas as idades estudadas. Sendo observado um acréscimo de resistência linear em relação à porcentagem de substituição de agregado reciclado. Porém, as amostras de argamassas de referência foram as que apresentaram resultados mais satisfatórios em relação as com substituição.

A argamassa com 10% de substituição foi a que apresentou o maior decréscimo de resistência em relação a de referência, cerca de 40% menor. As amostras com 30% e 60% de agregado reciclado apresentaram resistências à compressão semelhantes as amostras de argamassa convencional, decréscimo de apenas 3,11% para a substituição de 30% e 7,70% para as amostras com substituição de 60% de resíduo, apresentado-se como ótimas opções para serem utilizados na construção civil, já que conseguiu-se substituir um agregado natural por um resíduo que seria descartado na natureza, tendo um material final, a argamassa, com características mecânicas semelhantes ao convencional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da análise mecânica dos corpos de prova de argamassa, observa-se que as amostras de referência apresentaram maiores resistência à compressão que as amostras com substituição do agregado miúdo natural. Porém, as porcentagens de 30 e 60% apresentaram resistência à compressão semelhante as amostras de argamassas convencionais.

Os resultados apresentaram uma linha de tendência de crescimento da resistência à compressão, a partir do aumento da porcentagem de resíduos adicionados nas misturas, apresentando-se o resíduo de concreto convencional adicionado a argamassa, como uma ótima alternativa a ser utilizada na construção civil, uma vez que o mesmo não apresenta uma destinação correta na natureza.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica em agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da Composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215 – Concreto Portland– Determinação da resistência à Compressão. Rio de Janeiro, 1996.

MOLETTO, I. M. **Área degradada pela extração de areia: Um estudo da derivação da paisagem no bairro do Umbará.** 2005. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NOGUEIRA, G. R. F. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos: proposição de uma matriz de interação.** 2016. 74 f. Trabalho Monográfico (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitarista) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

PEDROZO, R. F. E. **Influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino em propriedades de argamassas e concretos,** 2008. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

SINDUSCON. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil. Fortaleza, 2011.** Disponível em: < <http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-deGestao-de-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 10 OUT. 2019.

