

Área: Sustentabilidade | Tema: Temas Emergentes em Sustentabilidade

**INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO RESÍDUO DO CORTE
DE ÁGATA EM ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

**INFLUENCE OF PARTIAL REPLACEMENT OF KID AGGREGATE BY AGATE CUTTER WASTE IN
COATING MORTAR**

Rafael Reinheimer Dos Santos, Daiane Boscardin, Jordana Rae Antunes e Aline Zanchet

RESUMO

Diante do elevado crescimento populacional e dos inúmeros empreendimentos em construção nos grandes centros urbanos, a geração de resíduos está causando prejuízos ao meio ambiente. Visando o correto destino dos resíduos da construção civil, preservação do meio ambiente e bem-estar das populações urbanas, torna-se necessário buscar uma solução que venha contribuir para a correção deste problema. Então o presente trabalho busca analisar as características mecânicas da argamassa de revestimento produzido com substituição parcial do resíduo do corte de Ágata. Dessa forma, explanando os detalhes da produção da argamassa e os resultados encontrados através dos ensaios aplicados neste estudo. Visando uma contribuição com o meio ambiente, visto que atualmente na maioria das construções, os resíduos gerados não possuem um destino correto, assim como a produção de uma argamassa que possua características satisfatórias para que seja utilizado. As dosagens mantiveram-se na argamassa referencial, no traço 1:1:4, substituindo parcialmente o agregado miúdo, areia, com as porcentagens de 10%, 20%, 30% e 40% de resíduo de corte de ágata onde dentre os resultados obtidos, destacou-se a melhora nas propriedades estudadas.

Palavras-Chave: Ágata, resíduo, óleo, argamassas de revestimento.

ABSTRACT

Given the high population growth and the numerous projects under construction in large urban centers, waste generation is causing damage to the environment. Aiming at the correct destination of construction residues, environmental preservation and well-being of urban populations, it is necessary to seek a solution that will contribute to the correction of this problem. So the present work seeks to analyze the mechanical characteristics of the coating mortar produced with partial replacement of Agate cutting residue. Thus, explaining the details of mortar production and the results found through the tests applied in this study. Aiming to contribute to the environment, since currently in most buildings, the waste generated does not have a correct destination, as well as the production of a mortar that has satisfactory characteristics to be used. The dosages were kept in the reference mortar, in the 1: 1: 4 trait, partially replacing the fine aggregate, sand, with the percentages of 10%, 20%, 30% and 40% agate cutting residue where among the results. obtained, the improvement in the studied properties stood out.

Keywords: Agate, residue, oil, coating mortars.

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO RESÍDUO DO CORTE DE ÁGATA EM ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

1 INTRODUÇÃO

Com o grande crescimento da indústria da construção civil, os materiais estão mais escassos e caros, tomando a utilização de produtos que consomem menos matéria-prima natural e/ou que utilizem resíduos na sua produção, assim tornando uma alternativa ambientalmente correta e econômica (ROSTIROLA, 2013).

Com a necessidade de se aplicar a sustentabilidade na área da construção civil, surge a cada dia novos materiais e maneiras construtivas, com isto muitas dessas novas tecnologias acabam não sendo de conhecimento para o setor da construção (SOUZA e VIERIA, 2017).

Outro ponto muito importante são as questões ambientais que têm ganhado destaque na sociedade moderna. A crescente preocupação com os impactos causados pelas atividades humanas sobre o ambiente trouxe consigo alterações nas relações de produção e consumo de bens e serviços, havendo maior valorização de aspectos relativos ao desenvolvimento sustentável. Na região Norte do Estado do Rio Grande do Sul (RS), observa-se um aumento da atividade industrial. Entre as consequências deste aumento, observa-se o descarte inadequado de uma variedade de resíduos, dentre eles, os efluentes provenientes de processos de tingimento utilizados em minerais, principalmente gemas como as ágatas.

Ainda que nos últimos anos a economia voltada ao setor da construção civil tenha demonstrado uma redução das suas atividades, continua sendo desse setor a maior utilização de matéria prima fornecida da natureza.

O Rio Grande do Sul é considerado um dos maiores produtores de ágata do país, tendo grande importância econômica para o estado. Os principais geodos de ágata são encontrados principalmente no município de Salto do Jacuí, que está localizado na região central do Rio Grande do Sul.

Maior parte da produção de ágata nessa região é de geodos em estado bruto e de chapas, estas são exportadas para países como Japão, Alemanha, Estados Unidos, França, Itália e China. Esses geodos possuem formas arredondadas e ovoides, normalmente, com dimensões entre 20 e 50 cm de diâmetro (DAPPER et al, 2013).

O Rio Grande do Sul tendo em seu território uma região forte na exploração de ágatas, se torna também um considerável gerador de resíduos devido ao processamento das pedras. Pois as indústrias apresentam equipamentos de pouca tecnologia e eficiência para a extração e tratamento das pedras, gerando com isso resíduos que misturados com óleo combustível utilizado por essas máquinas se tornam em lodos altamente contaminantes para o meio ambiente.

O município de Soledade depende economicamente das atividades de beneficiamento de materiais gemológicos, e possui papel fundamental sobre a participação gaúcha e brasileira neste mercado mundial (IPAR, 2011).

A ágata é uma calcedônia, mineral criptocristalino variedade do quartzo fibroso, formado pela cristalização da sílica em baixas temperaturas (SiO_2) (SABBAG, 2003).

Tratamentos de cor são comuns para ágata, normalmente, utilizam-se corantes em conjunto com tratamentos térmicos para intensificar ou modificar sua cor (BARP et al, 2010).

De acordo com Bedin (2014), o lodo oleoso é um problema econômico e ambiental para o setor de extração de ágatas pois, hoje em dia, não possui uma destinação correta ou um método realmente eficiente para a recuperação do óleo combustível.

Visando encontrar um destino correto e eficiente para os resíduos gerados no processo de industrialização das ágatas, assim como a preservação do meio ambiente, o presente trabalho busca separar o óleo combustível do resíduo do corte das ágatas, para que posteriormente o

mesmo seja empregado como substituto parcial do agregado miúdo em argamassa de revestimento. As empresas na década de 50 só procuravam alcançar seus lucros sem levar em conta os danos que elas custariam à sociedade, isso mudou quando as empresas passaram a perceber a importância de se tornarem ecologicamente adequadas, acrescentando valor aos seus produtos, garantindo um conceito positivo na sociedade e mantendo um benefício na competitiva relação a seus concorrentes. (YEMAL; TEIXEIRA e NAAS, 2011).

Segundo SILVA (2006) diversas empresas vem investindo cada vez mais em equipamentos e formação de quadro técnico para extinguir a cultura do desperdício e consolidar a cultura da redução de perdas, reciclagem e reutilização de resíduos.

Os resíduos não apenas provocam o impacto ambiental, como também a sua redução e o seu aproveitamento podem minimizar o consumo de recursos naturais e energéticos, o que implica, muitas vezes, num menor gasto econômico (MOURA, 2000).

Atualmente a indústria da construção civil é uma das mais discriminadas por gerar uma elevada quantidade de resíduos, que na maioria das vezes não recebem o tratamento correto. Se não bastasse, os materiais empregados também são motivo de críticas. Pode-se relatar que o cimento é um exemplo de um grande poluidor, se levado em consideração o seu processo de produção. (VISINTAINER; CARDOSO e VAGHETTI, 2012).

2 METODOLOGIA

2.1 PREPARAÇÃO DA MISTURA E DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

As seguintes matérias-primas foram utilizadas neste trabalho:

- a) água fornecida pelo laboratório de Engenharia Civil da Imed – Passo Fundo/RS;
- b) areia natural;
- c) cal hidratada CH – II;
- d) cimento Portland – CP II 32 Z;
- e) resíduo do corte de ágata, fornecido por uma empresa de extração de pedras preciosas de Soledade - RS.

As composições das argamassas de revestimento foram desenvolvidas em uma argamassadeira, numa quantidade de 6,0 kg de material de argamassa, para os corpos de prova prismáticos, com o traço de 1:1:4, cimento, cal, areia, e uma relação de água/cimento variável para cada substituição, assim como a amostra de referência, pois conforme maior percentual de substituição do agregado miúdo (areia) pelo resíduo do corte de ágata, menor era a trabalhabilidade da argamassa, resultando na sua inviabilidade, considerando sempre fixo o índice de trabalhabilidade com $260 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ conforme NBR 16541/2016 e NBR 7215/2019. Tabela 1 - Teores de substituição do resíduo de corte de ágata pelo agregado miúdo

Identificação	Traço	Relação água/cimento	Cimento (kg)	Cal (kg)	Areia (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Trabalhabilidade (mm)
Argamassa Ref.	1:1:4	0,632	1	1	2,00	0	0,632	255
Argamassa 10%	1:1:4	0,596	1	1	1,8	0,2	0,596	255
Argamassa 20%	1:1:4	0,674	1	1	1,60	0,40	0,674	255
Argamassa 30%	1:1:4	0,736	1	1	1,40	0,60	0,736	257

Argamassa 40%	1:1:4	0,829	1	1	1,20	0,80	0,829	256
--------------------------	-------	-------	---	---	------	------	-------	-----

Fonte: autores.

Para determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, foi obtida através da NBR 13279/2005, que prescreve a utilização de moldes prismáticos metálicos, nas dimensões de 4x4x16cm, e máquina para ensaios de resistência à tração na flexão e de compressão, conforme ABNT NBR NM ISO 7500-1.

Os teores de substituição do resíduo de corte de ágata pelo agregado miúdo (areia natural), foram de 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, onde cada amostra terá 3 idades de cura, 7, 14 e 28 dias, sendo: 60 corpos de prova para ensaios de resistência à tração na flexão e compressão, assim 4 corpos de prova para cada idade de cura e teor de substituição.

3 RESULTADOS

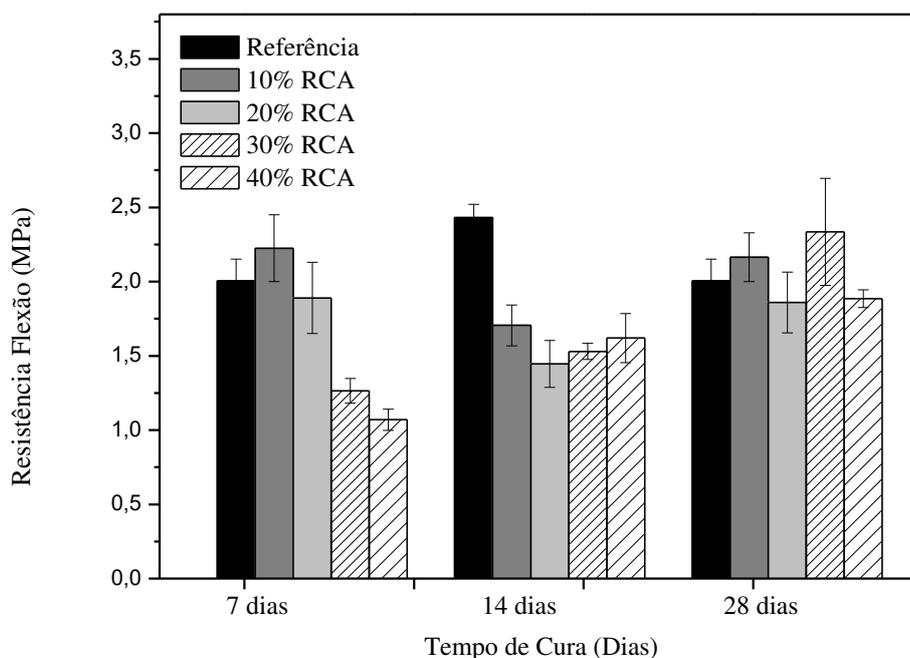
3.1 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO E A COMPRESSÃO

Para determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, foi obtida através da NBR 13279/2005, que prescreve a utilização de moldes prismáticos metálicos, nas dimensões de 40x40x160 mm, e máquina para ensaios de resistência à tração na flexão e de compressão, conforme ABNT NBR NM ISO 7500-1.

Os resultados de resistência à tração na flexão das argamassas desenvolvidas estão apresentados na figura 1.

Pode-se ver claramente que as propriedades das argamassas melhoram significativamente aos 14 e 28 dias quando comparados aos 7 dias devidos provavelmente à: maior hidratação das composições, e melhor preenchimento dos espaços vazios existentes entre os grãos de areia (IPAR et al. 2011).

Figura 1 - Resultado de resistência à tração na flexão dos compósitos

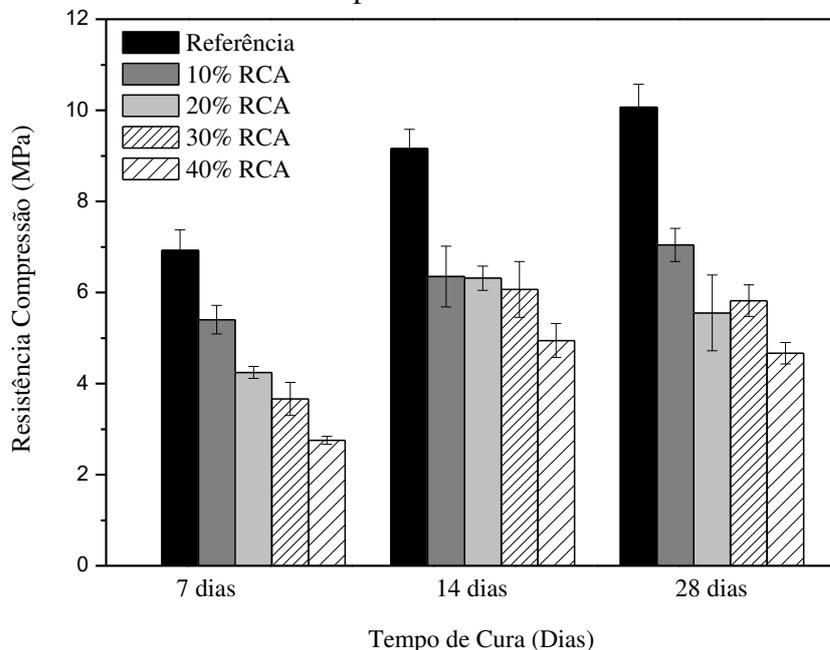


Fonte: autores.

Para os resultados de resistência á flexão apresentados na figura 2, pode concluir que aos 28 dias as composições atingiram maior resistência, devido provavelmente a ação do

resíduo de ágata ter causado menor absorção de água durante esses dias. E também devido provavelmente a composição desse resíduo que é basicamente sílica cristalina e devido também a granulometria que mostrou ser menor que a da areia (IPAR et al. 2011).

Figura 2 - Resultado de resistência à compressão



Fonte: autores.

De acordo com os resultados obtidos, houve um crescimento da resistência da argamassa ao longo do tempo, isso devido a hidratação do cimento, pois os corpos de prova mantiveram-se armazenados em câmara úmida, conforme a norma sugere.

4 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os resíduos de ágata podem ser aplicados na construção civil, aumentando as propriedades de resistência. Com substituição de 40 % sem perda considerável dessas propriedades.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade Meridional, e ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica dada pelo processo 122736/2018-4.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para ensaios. Rio de Janeiro 2016.

_____. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação da resistência a compressão. Rio de Janeiro, 1996.

BARP, Denise Rippel Araujo; FERREIRA, Ney Francisco; NEIS, Patric Daniel. **Contribuição ao estudo do processo de corte de ágata por jato d'água em formas complexas**. In: HARTMANN, Léo Afraneo; SILVA, Juliano Tonezer da. - Tecnologias para o setor de gemas, joias e mineração. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2010.

DAPPER, S. T. H.; SALCE, F. A. P.; REIS, T. H.; DUARTE, L. C.; KINDLEIN, W. Jr. **Sinterização seletiva a laser de pó de ágata** In: MOSTRA DE PESQUISAS, PRODUTOS E TECNOLOGIAS APLICADAS AO ARRANJO PRODUTIVO DE GEMAS E JOIAS DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: IGEO/UFRGS. 2013.

GREVE, G; DUARTE, L. da C. **Ensaio para o (re)uso do efluente inorgânico vermelho do tingimento de ágata para coloração de riodacito**. In: MOSTRA DE PESQUISAS, PRODUTOS E TECNOLOGIAS APLICADAS AO ARRANJO PRODUTIVO DE GEMAS E JOIAS DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: IGEO/UFRGS. 2013.

IPAR, C. E. A. L.; FERREIRA, N. F.; VILASBÔAS, F. S.; BISINELLA, J. C.; SILVA, J. T.; DUARTE, L. C.; SILVA, V. B.; HARTMANN, L. A. Desenvolvimento de matéria-prima para impressão tridimensional a partir de rejeitos gemológicos de ágata. In VI Congresso Internacional del Materiales. 2011, Bogotá D. C., Colombia.

IPAR, C. E. A. L.; ZANATTA, A. L.; ZIBETTI, T. F. **Avaliação do processo de serragem de ágata em uma pequena indústria de Soledade**. In: MOSTRA DE PESQUISAS, PRODUTOS E TECNOLOGIAS APLICADAS AO ARRANJO PRODUTIVO DE GEMAS E JOIAS DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: IGEO/UFRGS. 2013.

MARTINS, Montserrat. S. Diagnóstico Operacional das Empresas Beneficiadoras de Pedras de Soledade/RS. Soledade/RS. Relatório de Disciplina Estágio Curricular do Curso de Engenharia Mecânica da UFSM. 2009.

MOURA, W.A. **Utilização de escória de cobre como adição e como agregado miúdo para concreto**. Porto Alegre, 2000. 232 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SABBAG, Anderson Finamore. **Verificação da Existência de Reação Álcali-Agregado no Concreto da Uhe de Mascarenas**. Dissertação de mestrado. UFPR, 2003.

SILVA, N.G. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**. Curitiba, 2006, 165 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

SILVA, R. A.; SCHNEIDER, I. A. H. **Geração de resíduos no processamento de ágatas**. In Revista de Engenharia Civil Imed, 2015.

TRAMONTINA, L. ; CASAGRANDE, L. ; SCHNEIDER, I. A. H. . **Caracterização e Aproveitamento da Resíduo da Serragem de Pedras Semi-Preciosas do RS**. In: 2o Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais, 1997, São Paulo. 2o Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1997. v. CD ROM.

TRAMONTINA, L.; CASAGRANDE, L.; GEYER, A.; SCHNEIDER, I. A. H. **Reciclagem do resíduo da serragem de ágatas e ametistas para o aproveitamento em argamassas na construção civil**. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA E I SEMINÁRIO DE QUÍMICA DE COLÓIDES APLICADA À TECNOLOGIA MINERAL, Águas de São Pedro – SP, 1998. p. 77-86.

TUBINO, Luis. **Tratamento industrial da ágata em bruto no estado do Rio Grande do Sul**. 1998. 177p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.