

FORMULAÇÃO DE ARGAMASSA ESTABILIZADA CONTENDO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

READY MIXED MORTAR FORMULATION CONTAINING ORNAMENTAL STONE WASTE

Laylla Vidotto de Mello (1); Ronaldo Pilar (2); Rudiele Aparecida Schankoski (3)

(1) Aluna, Universidade Federal do Espírito Santo

(2) Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil

(3) Professora Doutora, Departamento de Engenharia Civil

Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória – ES, 29075-910

Resumo

As argamassas estabilizadas têm uso crescente no Brasil, embora esse crescimento não seja refletido no estado do Espírito Santo. Para instigar o uso desse novo material como uma alternativa para promover maior sustentabilidade e controle nas obras do estado, esse projeto teve por objetivo estudar aspectos de dosagem de argamassas estabilizadas com materiais disponíveis na região, inclusive com a adição do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais (RBRO), subproduto gerado em grande volume e sem descarte específico. Para isso, foram realizados ensaios para verificar o desempenho da argamassa com teores de aglomerantes substituídos por esse resíduo, além de ensaios para otimizar os teores de aditivos, para produção de uma argamassa capaz de manter suas propriedades no estado fresco adequadas logo após a mistura (0 h) e após 24 h. O desempenho no estado endurecido também foi avaliado, considerando o mesmo tempo de utilização dessas argamassas. Dessa forma, para otimizar os teores de aditivo realizou-se misturas com teores de 0,1, 0,2 e 0,3% de aditivo estabilizador de hidratação. Enquanto isso, também fez-se a substituição do aglomerante pelo RBRO nas quantidades de 15, 30 e 45% do volume de cimento, a fim de se otimizar o teor. No que se refere à avaliação das propriedades no estado fresco e endurecido, foram realizados ensaios de massa específica, índice de consistência e resistência à flexão e compressão aos 28 dias. Com os resultados desse trabalho, percebeu-se que o resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais tem potencial para emprego na dosagem de argamassas estabilizadas quando utilizado em baixas proporções (15% de substituição volumétrica ao cimento Portland), mantendo-a trabalhável e resistente, além de designar uma destinação para o resíduo.

Palavra-Chave: Argamassa, Argamassa estabilizada, Resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais.

Abstract

Ready mixed mortars are increasingly used in Brazil, although this growth is not reflected in the state of Espírito Santo. In order to instigate the use of this new material as an alternative to promote greater sustainability and control in state works, this project aimed to study design aspects of ready mixed mortars with materials available in the region, including the addition of the ornamental stone waste (OSW), by-product generated in large volume and without specific disposal. For this, tests were carried out to verify the performance of the mortar with contents of binders replaced by this residue, in addition to tests to optimize the content of admixtures, to produce a mortar capable of maintaining its properties in the fresh state suitable right after mixing, that is, 0 h and after 24 h. Performance in the hardened state was also assessed, considering the same time of use of these mortars. Thus, to optimize the admixture contents mixtures were made with levels of 0.1, 0.2 and 0.3% of hydration stabilizing admixture. Meanwhile, the binder was replaced by OSW in the amounts of 15, 30 and 50% of the cement volume, to optimize the content. Regarding the evaluation of properties in the fresh and hardened state, trials were carried of specific mass, flow table, bending test and compressive strength were performed at 28 days. With the results of this work, it was noticed that the waste from the processing of ornamental rocks has potential for use in the design of ready mixed mortars (until 15%), keeping it workable and resistant, in addition to designating a destination for the waste.

Keywords: Mortar, Ready mixed mortar, Ornamental stone waste.

1 Introdução

O meio ambiente é uma preocupação constante nas atividades sociais, que ganha reforço na medida em que as legislações são aprimoradas. Considerando a relevância do tema, atualmente há ações em esferas federais, estaduais e municipais, que editam normas, decretos, resoluções e leis, que estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos, inclusive na construção civil, como a Resolução CONAMA 307, Lei nº 12305 de 2010 e Instrução normativa nº 19/2005 do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do ES.

Essas regulamentações afetam diretamente a indústria de rochas ornamentais, setor muito importante da economia capixaba, sendo líder nacional na extração, produção e beneficiamento de mármore e granito (ALENCAR, 2013). Esse processo gera uma quantidade considerável de rejeito industrial, que não possui uma destinação específica. Conforme GONÇALVES (Gonçalves) (2000), apenas na fase do beneficiamento, a indústria de rochas ornamentais gera uma quantidade de resíduos na ordem de 25% a 30% do volume do bloco. Assim estima-se que cerca de 2 milhões de toneladas de resíduos são gerados no Brasil anualmente.

Na grande maioria dos casos, as empresas encontram pouco ou nenhum destino para esse resíduo, que é depositado nos pátios, formando um passivo ambiental. O seu descarte é problemático, o seu armazenamento gera custos e o material pode contaminar o ar e a água devido à sua natureza extremamente fina (GALETAKIS; SOULTANA, 2016). Dessa forma, o uso desse subproduto possui importância ambiental, econômica e operacional. No que se refere aos materiais cimentícios convencionais (pastas, argamassas e concretos), pesquisas na área têm mostrado que o uso do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais (RBRO) na composição das misturas apresentam resultados promissores (CALMON et al., 1997; CALMON et al., 2007; TOPÇU; BILIR; UYGUNOGLY, 2009; BACARJI et al., 2013; AREL, 2016; VAZZOLER et al., 2018). Tendo em vista que a granulometria desse fino é da mesma ordem de grandeza às das cales hidráulicas (VAZZOLER, 2015), frequentemente utilizadas em argamassas para melhorar as propriedades do estado fresco, pode-se fazer uso do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais (RBRO) como parte constituinte do traço dessas misturas.

Aliado ao forte apelo pela sustentabilidade na indústria da construção civil, que é considerado um setor com grande geração de resíduos e alto consumo de recursos naturais, a crescente exigência no meio técnico quanto ao ritmo, velocidade e organização da produção do canteiro tem incentivado o uso de materiais que favorecem a industrialização do processo, além de torná-lo mais sustentável. Um dos materiais que possui essas características é a argamassa estabilizada (ou argamassa dosada em central), que surgiu para substituir as argamassas tradicionais produzidas em obra (cimento, cal e areia).

Apesar do crescente uso desse produto no Brasil e no mundo, no estado do Espírito Santo seu uso ainda é bastante limitado, sendo que a oferta desse material por centrais dosadoras da região é praticamente inexistente. A argamassa estabilizada é uma

argamassa úmida, à base de cimento que chega na obra pronta para o uso e se mantém trabalhável por longos períodos. Dependendo da composição da argamassa, o tempo para sua utilização costuma variar de 36 a 72 horas (CASALI et al., 2011).

Há vários estudos sobre argamassa estabilizada que ressaltam as vantagens de sua utilização (CASALI et al., 2011; MANN; ANDRADE; SOUTO, 2010; LOZOVEY, 2018; SCHANKOSKI, 2012). No entanto, como não há normalização brasileira para esse tipo de produto, há a necessidade de se ter um estudo aprofundado sobre o assunto, a fim de adequar a produção com a realidade do Espírito Santo, além de sanar as dúvidas inerentes ao processo de fabricação e utilização.

Portanto, esse trabalho teve por objetivo dosar argamassas estabilizadas com resíduo de beneficiamento de rocha ornamental, visando o desenvolvimento de um traço que apresente propriedades, no estado fresco e endurecido, adequadas para o uso em assentamento e/ou revestimento. Contribuindo, dessa forma, para o entendimento de um material relativamente novo no cenário nacional (argamassa estabilizada) inserido à vivência do estado do Espírito Santo.

2 Materiais e Métodos

O aglomerante selecionado foi o cimento Portland V (CP V), pela menor quantidade de adições presentes, facilitando a análise da mistura. Empregaram-se aditivos incorporadores de ar plastificantes e estabilizadores de hidratação, com a finalidade de se garantir a manutenção da trabalhabilidade e permitir o desencadeamento das reações de hidratação somente após sua aplicação. Como agregado, selecionou-se uma areia natural de cava disponível na região de Linhares - ES. Por fim, também se utilizou o resíduo do beneficiamento de rocha ornamental (RBRO) originado do corte de mármore, obtido em empresas da região.

Nesse sentido, os ensaios de caracterização apresentaram os seguintes resultados: a areia natural utilizada como agregado miúdo apresentou peso específico médio de 2,67 g/cm³, uma dimensão máxima característica de 2,38 mm e módulo de finura de 1,66. O RBRO apresentou 0,84% de material retido na peneira número 200, massa específica média de 2,84 g/cm³ e uma superfície específica de 7590 cm²/g, determinada pelo Permeabilímetro de Blaine. O cimento, por sua vez, apontou massa específica média de 3,03 g/cm³.

Para determinação dos teores ótimos de aditivos utilizou-se um proporcionamento conhecido de um estudo da dosagem da argamassa (ZAMBALDI; BELLATO, 2019). O traço base da argamassa, em massa, foi: 1: 6,42: 0,81 (cimento : agregado miúdo : água). Os teores de substituição de cimento por RBRO, em volume, foram iguais a 0, 15, 30 e 45% mantendo os demais materiais constantes. Assim, a argamassa dosada com 0% de RBRO foi considerada a mistura referência, para efeitos de comparação com as outras. Para avaliação da influência da presença do resíduo nas misturas, realizaram-se os seguintes ensaios no estado fresco: índice de consistência, NBR 13276 (ABNT, 2016), retenção de água, NBR 13277 (ABNT, 2005) e massa específica, NBR 13278 (ABNT, 2005).

Para realização dos ensaios no estado endurecido de cada mistura, foram moldados 3 corpos de provas prismáticos de 4x4x16 cm que foram ensaiados no rompimento à flexão em uma prensa com três pontos de apoio, e posteriormente à compressão, NBR 13279 (ABNT, 2005) aos 28 dias.

Todos os ensaios foram realizados nas argamassas logo após o término da mistura (0 h) e após 24 h de estabilização, para análise das propriedades ao longo do tempo.

3 Resultados

Após realização das etapas descritas anteriormente, foi possível alcançar os resultados referentes ao teor ótimo de aditivos e a influência do RBRO nas propriedades da argamassa. Esses resultados estão apresentados a seguir.

3.1 Teor ótimo de Aditivos

Para obtenção do teor de aditivos, fixou-se o teor de aditivo incorporador de ar (IA) em 0,5%, para garantir que o teor de ar incorporado fosse superior a 20% logo após o término da mistura. Feito isso, foram preparadas misturas contendo 0,1; 0,2 e 0,3% de aditivo estabilizador de hidratação (EH). Após o preparo, foi possível perceber que as misturas contendo 0,10% e 0,20% de aditivo EH não foram capazes de manter sua trabalhabilidade após 24 h de preparo. Enquanto isso, a mistura contendo 0,5% de IA e 0,3% de EH, conseguiu se manter trabalhável logo após o preparo e passadas as 24 h. Logo, utilizou-se o teor de 0,3% de EH para produção das misturas. Vale salientar que as argamassas foram armazenadas em sacos plásticos durante o período de estabilização, o que consiste em um procedimento com menor possibilidade de perda de água do que aquele realizado em obras.

3.2 Propriedades das Argamassas

Os resultados encontrados após realização dos ensaios no estado fresco e endurecido estão descritos seguidamente.

3.2.1 Estado fresco

3.2.1.1 Índice de consistência

O índice de consistência das argamassas pode ser observado na Figura 1.

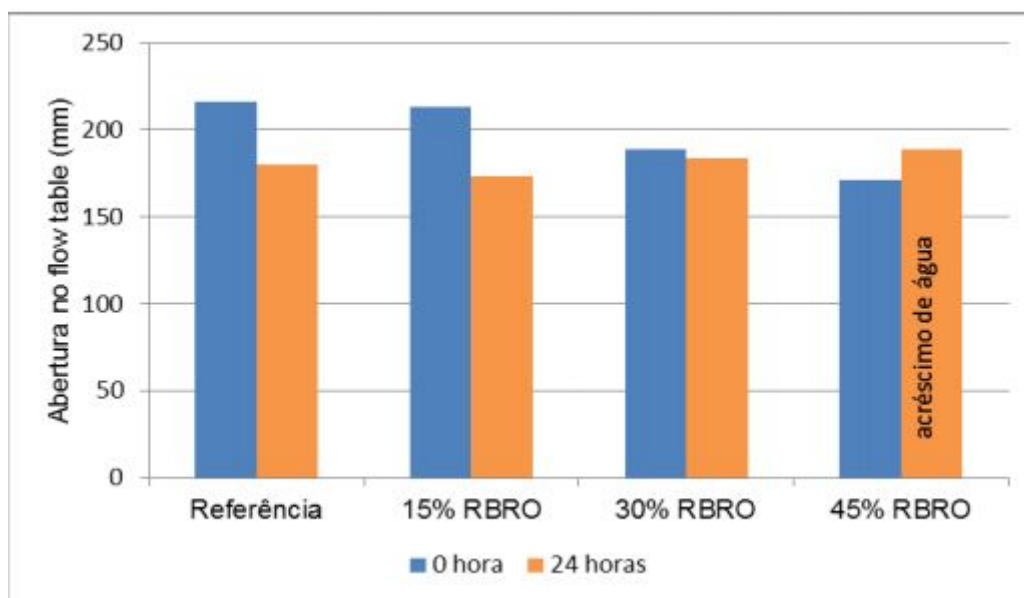


Figura 1 – Gráfico da abertura no flow table em mm (Autora (2020)).

Percebe-se que todas as argamassas apresentam diminuição do índice de consistência com 24 h de estabilização, quando comparadas com 0 h. A argamassa contendo 45% de RBRO, após 24 h apresentou uma queda muito significativa na trabalhabilidade, sendo necessária a correção com acréscimo de água (1,16% em relação à massa total) para permitir a realização dos demais ensaios.

A perda de trabalhabilidade é esperada com o aumento do tempo de estabilização, conforme relatado em trabalhos de Sandrolini e Franzoni (2001), Casali et al. (2011) e Lozovey (2018). LOZOVEY (2018) percebeu um aumento da consistência e diminuição da plasticidade de argamassas estabilizadas após 8 h e 32 h da mistura, impossibilitando seu uso sem ajuste da trabalhabilidade pelo acréscimo de água.

Percebe-se que a argamassa com 15% de RBRO apresentou índice de consistência muito próximos da argamassa referência, com 0 e 24 h.

Fica evidente também que o acréscimo da substituição de cimento por RBRO impacta negativamente no índice de consistência, especialmente quando o ensaio é realizado com 0 h.

3.2.1.2 Massa específica e Teor de ar incorporado

Na Tabela 1 e na Figura 2 estão demonstrados os resultados encontrados nos ensaios de massa específica e ar incorporado, respectivamente.

Tabela 1: Massa específica

Massa específica no estado fresco (Kg/dm ³)				
Argamassa/ Tempo	Referência	15% RBRO	30% RBRO	45% RBRO
0 hora	1791,14	1817,99	1802,40	1927,16
24 horas	2018,86	1975,10	1821,68	1901,96

Com base nos resultados apresentados, é possível perceber que as argamassas com 24 h de estabilização apresentaram um aumento da densidade de massa, quando comparadas com a amostra a 0 h, com exceção da argamassa contendo 45% de RBRO, que apresentou uma pequena diminuição. Esse mesmo comportamento de aumento foi encontrado por Casali et al. (2011), ao avaliar argamassas estabilizadas com 36 e 72 horas. Além disso, os autores também observaram uma diminuição do teor de ar incorporado com o tempo de armazenamento. Esse resultado também foi encontrado no presente estudo.

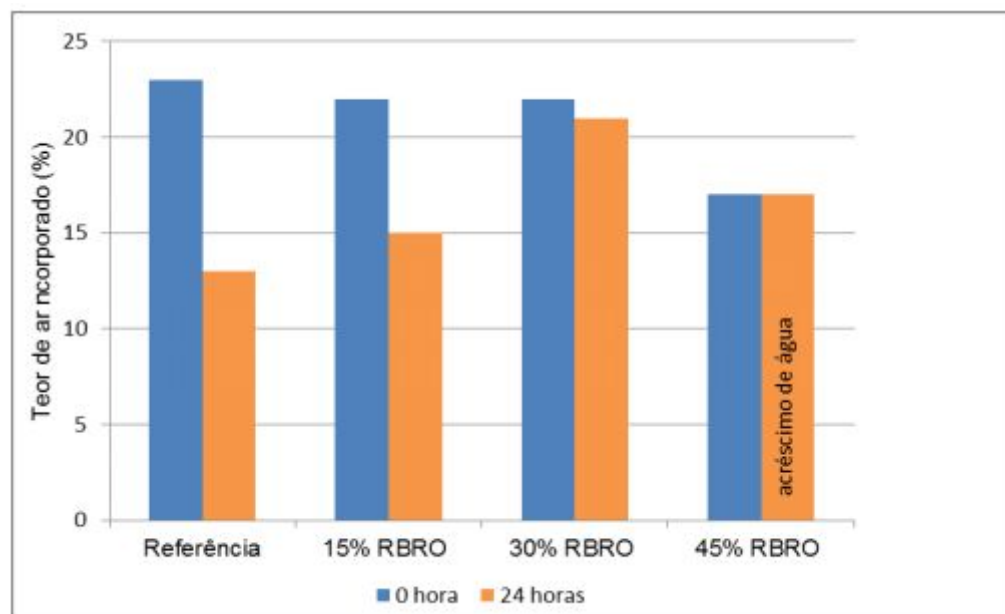


Figura 2 - Teor de ar incorporado nas argamassas (Autora (2020))

Pode-se verificar que as argamassas contendo até 30% de RBRO apresentam entre 20 e 24% de ar incorporado nas misturas com 0 h (logo após o preparo). Esse resultado é o esperado em mistura referência contendo o aditivo incorporador de ar, a fim de que se possa garantir a correta aplicação e a manutenção da trabalhabilidade (LOZOVEY, 2018; CASALI et al., 2011). Enquanto isso, para as argamassas estabilizadas após 24 h de preparo, de acordo com Lozovey (2018), o teor incorporado previsto tende a ser menor

(em torno de 12%), como também notado na argamassa referência.

Sendo assim, é notório que a argamassa com 15% de RBRO apresentou teores muito próximos ao da argamassa referência. Por outro lado, misturas contendo teores iguais ou superior a 30% de RBRO apresentaram valores elevados de ar incorporado após 24 h, fato esse que pode ocasionar problemas em relação à resistência mecânica e a extensão de aderência entre a argamassa e o substrato.

3.2.1.3 Retenção de água

A retenção de água se relaciona à capacidade que a argamassa apresenta de continuar mantendo sua trabalhabilidade quando exposta a situações que provocam a perda de água de amassamento, seja por evaporação ou pela absorção de água da base (ZAMBALDI; BELLATO, 2019). Após passarem pelo ensaio de retenção, as misturas apresentaram os resultados apresentados na Figura 3.

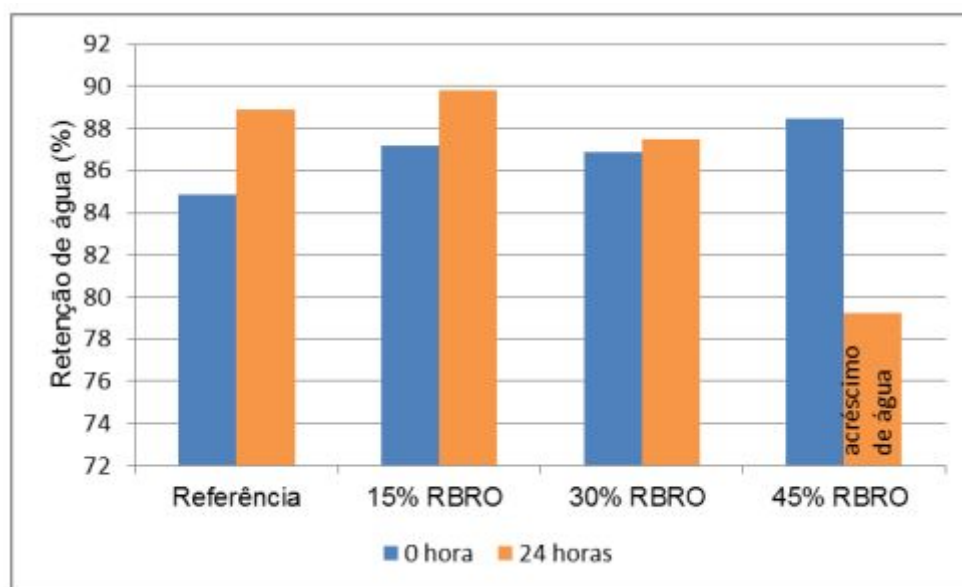


Figura 3 - Retenção de água das argamassas (Autora (2020))

É possível perceber que todas as misturas, com 0 h de preparo e após 24 h, apresentaram retenção de água entre 75-95%, que são valores considerados adequados para argamassas de assentamento e revestimento (ZAMBALDI; BELLATO, 2019). Embora a argamassa com 45% de RBRO após 24h tenha apresentado uma queda maior na retenção, ainda assim atendeu ao valor mínimo recomendado. Desse modo, é notório que a substituição do cimento por RBRO não é prejudicial para as misturas quando se trata de retenção de água.

3.2.2 Estado Endurecido

No que se refere ao estado endurecido das argamassas, avaliou-se a resistência à flexão e compressão aos 28 dias. Esse ensaio é necessário, pois analisa as características mecânicas, verificando assim se a argamassa possui o desempenho necessário para ter

qualidade e durabilidade em longo prazo.

3.2.2.1 Resistência à flexão

Os resultados podem ser observados na Tabela 2:

Tabela 2: Resistência à flexão aos 28 dias.

Resistência à tração na flexão (Mpa)				
Argamassa/ Tempo	Referência	15% RBRO	30% RBRO	45% RBRO
0 hora	3,98	3,14	1,69	1,84
24 horas	3,91	2,99	2,84	1,53

Com base nos resultados mostrados, percebe-se que as argamassas apresentaram um declínio de resistência mecânica com 24 horas de estabilização, quando comparadas com 0 h, com exceção da mistura contendo 30% de RBRO. A diminuição da resistência à flexão pode ter sido potencializada pela diminuição de fluidez das misturas com o passar do tempo, deixando a moldagem mecânica mais suscetível a falhas de adensamento.

Ademais, ao se comparar as resistências entre misturas, verifica-se que até 15% de RBRO, apesar de haver uma queda de resistência, essa diferença é menor que 25%, quando comparada com a referência. Enquanto, na mesma comparação, as misturas contendo mais de 30% de RBRO perdem mais da metade de sua resistência com a substituição, evidenciando o impacto negativo do resíduo na argamassa.

3.2.2.2 Resistência à compressão

A Tabela 3 apresenta a média dos resultados de resistência à compressão das argamassas moldadas.

Tabela 3: Resistência à compressão aos 28 dias

Resistência à compressão (Mpa)				
Argamassa/ Tempo	Referência	15% RBRO	30% RBRO	45% RBRO
0 hora	12,17	12,67	6,72	6,34
24 horas	15,41	12,49	7,73	3,89

Ao se analisar as resistências para uma mesma argamassa com 0 h e após 24 h é possível perceber que não houve uma diferença significativa de resistência mecânica na argamassa pelo tempo de estabilização. Esse resultado também foi observado por Zambaldi e Bellato (2019) ao estudarem argamassas estabilizadas para assentamento em alvenaria.

Por outro lado, a partir do ensaio de resistência à compressão, ficou ainda mais evidente que quantidades igual ou superior a 30% de RBRO prejudicam a resistência mecânica da argamassa. Contudo, também foi possível observar que a substituição com 15% de RBRO pode ser feita de forma não prejudicial à mistura.

4 Conclusões

O presente trabalho buscou avaliar a influência do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental (mármore) em argamassas estabilizadas, tendo em vista que a indústria de rochas ornamentais é um setor de grande importância na economia capixaba, com a realização da extração, produção e beneficiamento de mármore e granito. Processo esse que gera uma quantidade considerável de rejeito industrial sem nenhuma destinação específica.

Ao se realizar a substituição parcial do volume de cimento por RBRO, o resultado do ensaio no estado endurecido, que avalia as resistências mecânicas, foi o principal determinante no resultado, visto que, percebeu-se que quando se substitui em até 15% de RBRO não há uma diferença significativa na resistência da argamassa, quando comparada com a referência (sem adição de RBRO). Entretanto, em teores iguais ou superiores a 30% de RBRO já é possível perceber uma queda significativa de resistência mecânica.

No que se refere aos ensaios no estado fresco, também foi notório que a argamassa com 15% de RBRO não apresentou alterações significantes quando comparada à referência. Por outro lado, as argamassas com 30 e 45% de RBRO apresentaram um aumento de consistência, o que interfere na trabalhabilidade e consequente utilização do material.

Dessa forma, foi possível perceber que o uso de RBRO em pequenos teores (15%) na constituição de argamassas estabilizadas, pode ser uma alternativa para o escoamento de uma parcela dos rejeitos industriais oriundos do setor de rochas ornamentais. Bem como, cabe à adequação e maior aprofundamento no estudo das argamassas estabilizadas, buscando uma normalização brasileira que especifique seus requisitos para um bom desempenho.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Edital CNPq/FAPES nº 22/2018 - Programa de Infraestrutura para Jovens Pesquisadores) e à UFES (Programa Institucional de iniciação científica).

6 Referências

ALENCAR, C.R.A. **Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais/** Instituto Euvaldo Lodi - Regional do Espírito Santo. Cachoeiro de Itapemirim/ES: IEL, 2013. 242 p.

AREL, H.S. Recyclability of waste marble in concrete production, **J. Cleaner Production**, n. 131, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da resistência a tração na flexão e a compressão. Rio de Janeiro, 2005.

BACARJI, E.; TOLEDO FILHO, R. D.; KOENDERS, E. A. B; FIGUEIREDO, E. P.; LOPES, J. L. M. P. Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete fillers. **Construction and Building Materials**, v. 45, p. 1-10, 2013.

BRASIL. Instrução Normativa nº 019 de 17 de agosto de 2005. Dispõe sobre a definição dos procedimentos de licenciamento das atividades de beneficiamento de rochas ornamentais. **Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**, nº 019, de 17 de agosto de 2005.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, nº 147, de 3 de agosto de 2010, seção 1. Brasília, DF. p. 3-7.

BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, nº 136, de 17 de julho de 2002, seção 1. Brasília, DF. p. 95-96.

CALMON, J. L.; BACARJI, E.; FIGUEIREDO, E. J. P.; RÊGO, J. H. S.; PEREIRA, A. C. Estudo da viabilidade técnica da utilização do resíduo de beneficiamento de mármore e granito (RBMG), como fíler nas propriedades do concreto. Congresso Brasileiro do Concreto, 49. 2007, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: IBRACON, 2007.

CALMON, J. L.; TRISTÃO, F. A.; LORDÊLLO, F. S. S.; SILVA, S. A. C; MATTOS, F. V. Aproveitamento do resíduo de corte de granito para a produção de argamassas de assentamento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2. 1997a, Salvador. **Anais**. Salvador: ANTAC, 1997.

CASALI, J.M.; MANN, A.N.; ANDRADE, D.C.; ARRIAGADA, N.T. Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento. In: **IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas** – Belo Horizonte – MG: SBTA, 2011.

GALETAKIS, M.; SOULTANA, A. A review on the utilisation of quarry and ornamental stone industry fine by-products in the construction sector. **Construction and Building Materials**, n. 102, 2016.

GONÇALVES, J. P. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos.**, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

LOZOVEY, A.C.E. **Método de dosagem de argamassa estabilizada para assentamento de alvenaria estrutural de blocos de concreto.** 2018. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MANN NETO, A.; ANDRADE, D.C.; SOTO, N.T.A. **Estudo das propriedades e viabilidade técnico-econômica da argamassa estabilizada.** 2010. 127p. Trabalho de conclusão de curso (curso de Produção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SANDROLINI, F.; FRANZONI, E. Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants. **Cement and Concrete Research**, n. 31, p. 485-489, 2001.

SCHANKOSKI, R. A. **Influência do tipo de argamassa nas propriedades mecânicas de alvenarias estruturais de blocos de concreto de alta resistência.** 2012. 207 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

TOPÇU, I.B.; BILIR, T.; UYGUNOGLY, T. Effect of waste marble dust content as filler on properties of self-compacting concrete. **Construction and Building Materials**, n. 23, 2009.

VAZZOLER, J. S. **Investigação de potencialidade pozzolânica do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais após tratamento térmico para produção de pasta cimentícia.** 2015. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civi) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015

VAZZOLER, J.S.; VIEIRA, G.L.; TELES, C.R.; DEGEN, M.K.; TEIXEIRA, R.A. Investigation of the potential use of waste from ornamental stone processing after heat treatment for the production of cement-based paste. **Construction and Building Materials**, n. 177, 2018.



Anais do
62º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2020
Setembro / 2020



© 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

ZAMBALDI, T. B.; BELLATO, V. C. **Estudo da dosagem de argamassa estabilizada para assentamento de alvenaria.** 2019. 26 p. Projeto de graduação (Departamento de Engenharia Civil). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.