

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AVALIAÇÃO DA PERDA DE CONSISTÊNCIA DA ARGAMASSA ESTABILIZADA COM SUBSTITUIÇÃO DA AREIA NATURAL

Regiane Filgueira Bôto; Fernanda Nepomuceno Costa.

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000 - Cruz das
Almas-BA, Brasil, regiane boto@aluno.ufrb.edu.br, fernandacosta@ufrb.edu.br.

Resumo

A preocupação com o meio ambiente, devido à grande quantidade de resíduos da construção civil que são descartados de forma inadequada, incentivou essa pesquisa com o intuito de retorná-los ao sistema produtivo. Neste trabalho, foi proposta a utilização da areia de britagem, que é um resíduo do processamento de rochas na produção de britas, como alternativa para a substituição da areia natural, na produção de argamassa estabilizada para chapisco. Foram formuladas argamassas de chapisco com agregado tradicional, areia natural (AN) e com sua substituição pela areia de britagem (AB), verificando a viabilidade técnica desta substituição. Foram realizados ensaios para avaliação da perda de consistência da argamassa estabilizada ao longo de 24 horas e comparando as argamassas estabilizadas produzidas com AN e as argamassas com AB. Os resultados indicaram que as argamassas estudadas permaneceram trabalheiras por 24 horas e mostrando-se viável tecnicamente, não apresentando prejuízos quanto à trabalhabilidade de ambas as argamassas de chapisco.

Palavras-chave: Resíduos. Substituição. Argamassa Estabilizada.

Área do Conhecimento: Engenharias - Engenharia Civil

Introdução

O preocupante aumento dos impactos ambientais, gerados pela destinação inadequada de variados resíduos, traz consigo diversos novos estudos para o aproveitamento como materiais de construção. O setor da construção civil no Brasil, de acordo com ABRELPE (2021), destaca-se como maior consumidor de recursos naturais e gerador de resíduos sólidos, explicado pelo intenso avanço da urbanização associado ao surgimento de novas construções. Os altos custos e a carência de locais convenientes para descartes são motivações que trazem interesse de todos, em pesquisas que diminuam os impactos ambientais causados por estes materiais e que possam também destinar os mesmos a outros fins. Com tudo isso, um dos materiais de construção em que sua exploração causa um grande impacto ambiental é a areia. Segundo Geovane (2016), a extração da areia pode provocar erosão, perda da proteção contramare de tempestade, salinização de aquíferos, além de gerar diversos impactos na biodiversidade.

Um desses reflexos se mostra, por exemplo, com as imposições da Justiça Federal determinando a paralisação da extração de areia em ilha no Rio São Francisco, situada em Petrolina -PE, sendo que a ação busca manter a existência da ilha fluvial (CONSULTOR JURÍDICO, 2021). Além de Petrolina, existem diversas cidades pelo país com tais proibições. Este e outros motivos fazem com que a areia natural, um dos principais materiais utilizados na construção civil, venha de regiões mais remotas, ocasionando um aumento no preço do agregado. Com isso, faz-se necessário buscar alternativas viáveis para a substituição da areia natural e uma destas alternativas pode ser a utilização de areia de britagem como agregado miúdo na produção de argamassas para variadas destinações.

Foi feito em seis cidades brasileiras um levantamento ao qual foram apontadas as quantidades relativas às frações de resíduos que podem ser utilizados como agregados na própria indústria da construção civil, se reciclados. Considera-se que o percentual de resíduos que poderiam ser britados e utilizados como agregado na própria indústria da construção civil varia entre 86% e 99%, segundo Córbo (2010).

Sabe-se que inúmeros resíduos podem ser utilizados em pavimentação, produção de concreto e de argamassa, além de outras aplicações. Neste sentido, o presente trabalho apresenta a proposta de utilizar resíduos do processo de britagem na produção da argamassa estabilizada para chapiscos.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

As argamassas estabilizadas são constituídas de cimento Portland, agregado miúdo, água, aditivos e em alguns casos adições, com características que possibilitam que estas se mantenham trabalháveis por períodos de até 72 horas, devido aos aditivos estabilizadores de hidratação (MACHADO, 2018).

Segundo Guindani (2018), as principais vantagens a para o uso da estabilizada são a rapidez na execução, a qualidade final do revestimento e, principalmente, a redução dos custos de produção e mão de obra.

A utilização da argamassa estabilizada nas obras contribuiu para um aumento de produtividade em 35% ou mais, devido à redução de tempos que não agregam valor ao produto, afinal não necessita da mistura em obra e se tem a disponibilidade da argamassa em qualquer momento do dia, segundo Machado (2018).

Ainda, a prática da utilização da argamassa estabilizada reduz os resíduos de embalagens de cimento, cal e aditivos, por exemplo, e contribui para a limpeza da obra e para a redução das perdas de materiais, além de reduzir o espaço destinado à estocagem dos mesmos. Pode-se destacar também a otimização de espaços no canteiro de obras.

Matos (2013) apresenta duas desvantagens do uso de argamassa estabilizadas em relação às argamassas mistas: i) caso não se tenha um planejamento preciso da quantidade diária a ser utilizada, a obra pode ser prejudicada com falta de argamassa; ii) a argamassa estabilizada pode demorar mais que o desejado para adquirir rigidez em dias muito úmidos. Com isso, a argamassa estabilizada vem ganhando espaço na indústria da construção civil, por chegar nas obras prontas para o uso e poderem ser armazenadas por até 3 dias, mantendo as suas características (GUINDANI, 2018).

Metodologia

Esse trabalho foi realizado a partir de pesquisa experimental. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre argamassa estabilizada e seu processo produtivo, sendo selecionado um traço de argamassa de chapisco com utilização de areia natural para ser utilizado.

A proposta é da utilização da areia de britagem, que é um resíduo do processamento de rochas na produção de agregados graúdos para uso em concretos, como alternativa para a substituição da areia natural na produção de argamassa estabilizada para chapisco, verificando a viabilidade técnica desta substituição.

Materiais

A areia natural (AN) e areia de britagem (AB) de rochas basálticas foram doadas por uma empresa central de concreto situada no Recôncavo da Bahia. O cimento utilizado foi do CPPII-F-32, Cimento Portland Composto com Filler, da marca Poty. Foram utilizados dois tipos de aditivos, um incorporador de ar (Centripor Retard 225) e um estabilizador de hidratação (Centripor 411) fabricados e doados pela empresa MC-Bauchemie Indústria e Comércio Ltda.

Métodos

Realizou-se a caracterização dos dois agregados, areia natural (AN) e areia de britagem (AB), e foram produzidas amostras de argamassas estabilizadas sendo feita a substituição completa da areia natural por areia de britagem, além da argamassa de chapisco sem a areia de britagem, utilizada como referência, adotando o traço 1:4 (cimento:agregado), em massa.

A partir desse traço, foram realizados ajustes adicionando o aditivo incorporador de ar e o aditivo estabilizador de hidratação, seguindo a dosagem recomendada pelo fabricante, além de água destilada. Foram realizados testes de dosagem para determinação da quantidade de água e do teor de aditivos para preparação das argamassas estabilizadas, considerando o índice de consistência de 310 ± 10 mm (PAES *et al.*, 2019). Ressalta-se que a NBR 7200:1998 não define um índice de consistência para argamassas de chapisco, mas orienta que esta argamassa deve ser aplicada com consistência fluida.

A partir dos traços definidos e com os materiais separados, a confecção das argamassas para os ensaios no estado fresco seguiu a NBR 16541:2016.

As misturas para produção das argamassas foram feitas utilizando uma furadeira com uma hélice acoplada. O uso da furadeira com a hélice (Figura 1), em vez da argamassadeira, foi feita pela necessidade de um maior volume de argamassa de chapisco a ser produzido para as diferentes idades de estabilização.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

As argamassas foram guardadas em recipientes plásticos, sem poder de absorção, com uma lâmina de água de 20 mm e tampados até as idades dos ensaios (Figura 2).

Figura 1 - Furadeira com hélice para misturar os materiais da argamassa.



Figura 2 - Recipientes utilizados para armazenar as argamassas estabilizadas.



Fonte: Autoras.

Com a argamassa pronta, foram realizados ensaios para determinação do índice de consistência utilizando a mesa de consistência (*flow table*), seguindo o método disposto na NBR 13276:2016, para verificação da perda de consistência nas argamassas em função dos tempos estipulados em 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos, 1 hora, 12 horas e 24 horas.

Seguindo a NBR 13278:2005, foi realizado o ensaio para determinar a densidade de massa das argamassas de chapisco no estado fresco e o teor de ar incorporado.

Os ensaios, tanto de caracterização dos materiais quanto das argamassas estudadas, foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

Resultados

Com o índice de consistência fixado em 310 ± 10 mm foram testadas diferentes relações água/cimento para que o índice de consistência da argamassa de referência fosse atingido. Os dados obtidos constam no Quadro 1. Após os testes, a argamassa 3 atingiu a consistência estipulada e com o traço já definido foi feito o ensaio com o mesmo traço 1:4:0,8:0,3:0,6, sendo cimento, água, areia natural (AN), aditivo estabilizador de hidratação (AEH) e aditivo incorporador de ar (AAR), respectivamente, com a argamassa com substituição completa da areia natural por areia de britagem. Os dados obtidos constam no Quadro 1.

Quadro 1 - Estudos de dosagens variadas para definição dos traços, de acordo com o índice de consistência 310 ± 10 mm.

Argamassa	Cimento	AN	Água	AEH	AAR	Índice de consistência
1	1	4	1,2	0,3	0,6	366mm
2	1	4	0,9	0,3	0,6	342mm
3	1	4	0,8	0,3	0,6	312mm

Fonte: Autoras.

Com o traço definido pela argamassa produzida com areia natural, foi utilizado o mesmo traço para argamassa contendo areia de britagem (AB).

Quadro 2 Resultado dos ensaios do índice de consistência do chapisco com AB.

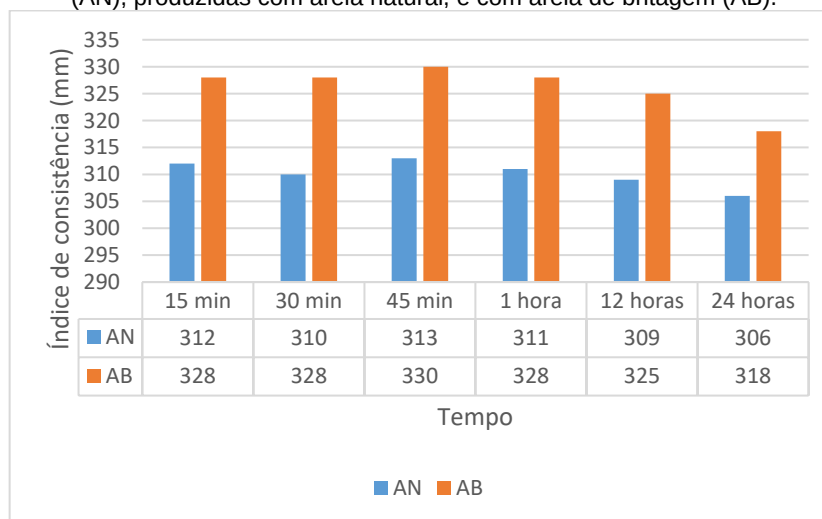
Argamassa	Cimento	AB	Água	AEH	AAR	Índice de consistência
1	1	4	0,8	0,3	0,6	328 mm

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Fonte: Autoras.

Com as argamassas estabilizadas prontas, foi avaliada a perda de consistência nos tempos estipulados, por meio do ensaio de *flow table*. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos a partir dos ensaios para determinação do índice de consistência da argamassa de referência com areia natural (AN) e da argamassa com areia de britagem (AB). Observa-se que as argamassas produzidas com AN apresentaram índice de consistência variando de 312 a 306 enquanto que as argamassas produzidas com AB esse índice variou de 328 a 318.

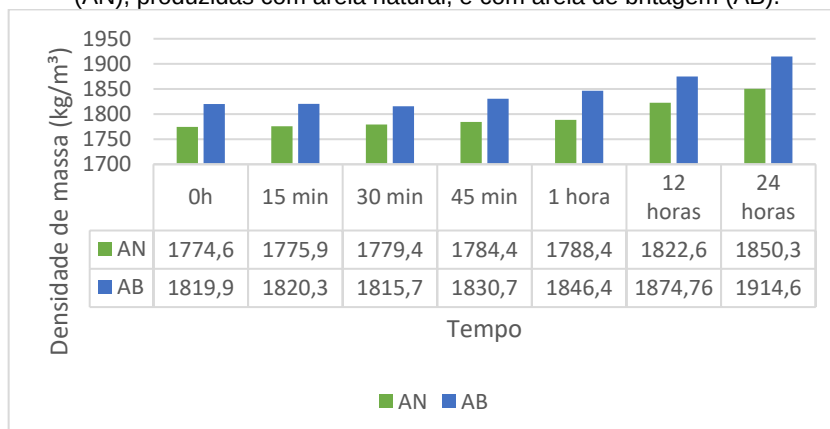
Figura 3 - Perda de consistência para as argamassas de chapisco de referência (AN), produzidas com areia natural, e com areia de britagem (AB).



Fonte: Autoras.

Os resultados da densidade de massa das argamassas estudadas estão apresentados na Figura 4. Percebe-se que as argamassas produzidas com AB apresentaram densidade de massa superior, quando comparadas às argamassa com AN, justificado pela maior massa específica da AB (2,64 g/cm³) em relação à massa específica da AN (2,53 g/cm³).

Figura 4 – Densidade de massa para as argamassas de chapisco de referência (AN), produzidas com areia natural, e com areia de britagem (AB).



Fonte: Autoras.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Discussão

Para a substituição completa da areia natural pela areia de britagem, houve um aumento no índice de consistência de 5,8% do índice de consistência estipulado, já em relação ao índice de consistência encontrado na argamassa produzida com areia natural, houve um aumento de 5,1%. Esse aumento pode ser explicado devido à finura da areia de britagem que demanda uma quantidade menor de água para molhar a superfície dos grãos. Segundo Gonçalves (2005), quando maior a área específica dos sólidos envolvidos, por unidade de volume, maior será a quantidade de água necessária para envolver os grãos e promover o deslizamento entre eles. O autor complementa, ainda, afirmando que misturas contendo sólidos mais finos requerem uma maior quantidade de água para alcançar determinada trabalhabilidade. Como a areia de britagem tem menos finos que a areia natural, para o traço de argamassa contendo areia de britagem necessitaria de menos água para alcançar o índice de consistência estipulado.

Observando os resultados obtidos nos horários que foram estipulados para a medição, houve um comportamento similar entre as duas misturas, havendo um caimento no índice de consistência. Observa-se que nenhuma argamassa teve uma redução maior que 10mm e essa perda de abatimento é observada em diversos estudos sobre argamassas, principalmente em argamassas utilizando resíduos. Roque (2012) utilizou resíduos cerâmicos como substituição parcial do cimento Portland e essa substituição levou à redução gradativa do índice de consistência com o aumento do teor do resíduo cerâmico. Com a substituição de 40% do cimento pelo resíduo, houve uma redução de 27,43%.

Nas argamassas produzidas no presente estudo, apesar do uso do aditivo incorporador de ar e o aditivo estabilizador de hidratação buscar proporcionar o aumento da retenção de água da argamassa, ela ainda assim acaba perdendo água e com isso diminuindo seu espalhamento. Outros autores, como Casali *et al.* (2011) e Macioski *et al.* (2013) já haviam reportado essa perda no índice de consistência. Apesar da redução do índice de consistência ao decorrer do tempo de estabilização, a argamassa contendo areia de britagem apresentou fluidez superior à argamassa de referência. No entanto, todas as misturas apresentaram-se fluidas, com abertura superior a 300 mm, após o período de 24 horas, indicando a possibilidade de aplicação numa situação real no canteiro de obras.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Foi possível produzir argamassas de chapisco estabilizadas, por meio da substituição total da AN pela AB;
- Os aditivos incorporador de ar e estabilizador da hidratação foram eficazes em manter características de aplicação das argamassas, deixando-as trabaláveis por até 24 horas;
- Na avaliação de propriedades do estado fresco, foi observado que ao substituir a AN pela AB, nas características do material utilizado nesta pesquisa e utilizando o mesmo traço, há uma tendência de aumento no índice de consistência. Entretanto, as argamassas permaneceram dentro da faixa do índice de consistência pré-determinado, que foi $310 \pm 10\text{mm}$, na idade de 24 horas.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13276: Argamassa para Assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. 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.

_____. NBR 13281: Argamassas inorgânicas — requisitos e métodos de ensaios Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro, 2023.

_____. NBR 7200: Execução de revestimento de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021.

CÓRDOBA, R. E. Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP, Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP, São Carlos, SP, 2010.

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 em Argamassas – SBTA, Belo Horizonte, 2011. Anais [...] Belo Horizonte, 2011.

GONÇALVES, J. P. Desenvolvimento e Caracterização de Concretos de Baixo Impacto Ambiental Contendo Argila Calcinada e Areia Artificial. (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 2005.

GUINDANI, E. N. Argamassa estabilizada para revestimento: avaliação da influência da adição de finos nas propriedades nas propriedades do estado fresco e endurecido. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, p. 64. 2018.

MACIOSKI, G.; KUSZKOWSKI, H.; COSTA, M. R. M. M.; CASALI, J. M. Avaliação de propriedades no estado fresco e endurecido de argamassas estabilizadas. In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013, Fortaleza. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013.

MACHADO, L. T. Caracterização de Argamassas Estabilizadas para Revestimento. 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MATOS, P. R. Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto. 2013. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

PAES, A. L. C.; ALEXANDRE, J; Azevedo, A. R. G; LIMA, T. Desenvolvimento de argamassa de Revestimento com incorporação de filito pelo método de projeção mecanizada. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 63, 2019, Mato Grosso do Sul, 2019.

ROQUE, A. B. Influência dos resíduos cerâmicos nas propriedades de argamassas no estado fresco. TCC – (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, p. 44. 2012.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e às empresas Massa Fort e MC-Bauchemie pela doação de materiais empregados nesta pesquisa.