

Viabilidade do uso de areia de praia aplicada em argamassas de revestimento

Viability of the use of beach sand applied to coating mortar



Gabriel Almeida Silva

Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: consultormktativo@hotmail.com

Rogério Borges Vieira

Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: rogeriobv@unipam.edu.br

Douglas Ribeiro Oliveira

Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: douglasro@unipam.edu.br

RESUMO: Este trabalho busca solução para minimizar a falta de agregado miúdo na construção civil, pesquisando a utilização de areia marinha em argamassas, pois é conhecida a sua abundância em areias litorâneas brasileiras. O trabalho se atém a testes físicos realizados em laboratório, mostrando que suas características físicas, como densidade, teor de impurezas orgânicas, argila, materiais friáveis e material pulverulentos são comparáveis às das areias de rio, as quais vêm se esgotando nas jazidas devido ao crescimento das construções. Foram realizados amassamentos de argamassas, com os dois tipos de areia estudados, areia marinha e areia de rio, nos traços 1:5; 1:7 e 1:9. Para avaliação destas foram confeccionadas pequenas paredes de 60 x 70 cm. Observou-se que a areia marinha pode vir a substituir as areias de rios, porém, demanda uso de aditivos retentores de água e/ou finos para aumentar a trabalhabilidade da mistura.

PALAVRA-CHAVE: Argamassas. Areia Marinha. Revestimento.

ABSTRACT: This work aims for a solution to minimize the lack of fine aggregate in civil construction, studying the use of marine sand in mortars, because it is known its abundance in Brazilian coastal sands. The work follows the physical tests performed in the laboratory, showing that its physical characteristics, such as specific gravity, organic impurities, clay, friable materials and pulverulent material contents, are comparable to those of the river sands, which have been depleted in the deposits due to growth of the civil construction. Mortars mixtures were done, with the two types of sand studied, marine sand and river sand, in the volumetric composition of 1: 5; 1: 7 and 1: 9. For the evaluation of these mortars were made the coating of small walls of 60 x 70 cm. It was observed that the

marine sand can replace the river sands, but it demands the use of water retentive chemical admixtures and fines to increase the workability of the mixture.

KEYWORDS: Mortar. Marine Sand. Mortar Coatings.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem o objetivo de mostrar a viabilidade do uso da areia de praia na construção civil, uma vez que as areias de rios estão cada vez mais escassas, devido ao grande crescimento que vem tendo a construção civil nos últimos anos. Há muito tempo, grande parte das construções tem utilizado, como revestimento interno e externo, argamassa à base de cimento e cal. Por ser um agregado essencial na composição da argamassa e do concreto, é necessário estudar alternativas viáveis que possam suprir a crescente demanda. Além das areias de praias, alternativas são areias de cava, areias de britagem de rocha ou seixos e areias de escoria de alto forno, sendo esta última já utilizada na fabricação do cimento.

Segundo Isaia (2011), pode-se definir areia como um agregado natural, geologicamente como um sedimento de grãos, em geral quartzosos, com diâmetro limite não ultrapassando 2mm. Para a areia ser considerada material de construção, seus grãos têm de ser formados de materiais consistentes, não necessariamente quartzosos.

Isaia (2011) cita que os depósitos com predominância de agregado miúdo, chamados de areia, ocorrem majoritariamente no leito dos rios, geralmente nas curvas, mas também podem ser localizadas nas camadas superiores. O autor cita ainda que nas jazidas chamadas cascalheiras ocorrem porcentagem maior de pedregulhos e seixos, que são comumente denominados cascalhos, sendo que os pedregulhos e principalmente os seixos já têm sido utilizados como matéria-prima para produção de areia (VIVES, 2013)

A exploração de dunas, canais e planície de inundação de rios, visando à extração de areias para utilização como agregados na construção civil, vem sendo realizada há bastante tempo nas regiões metropolitanas do Brasil, ocasionando tanto a exaustão desses bens minerais nas proximidades dos grandes centros urbanos quanto sérios problemas ambientais (CAVALCANTI, FREIRE; 2007)

Os principais problemas da extração de areia nos leitos de rio é a degradação da mata ciliar; a alteração dos cursos dos rios e o seu assoreamento causado pela deposição de solo no fundo do rio pela ausência da mata ciliar para segurar o solo das margens; a compactação do solo causada pela retirada da mata e o trânsito de máquinas; a erosão do solo, já que este foi degradado e desprotegido com a retirada das árvores; e a fuga da fauna como consequência do barulho e movimentação no local (SILVA, 2011).

O impacto maior é a perda de identificação local devido à degradação que causa a extração da areia em leito de rios. Por outro lado, as mineradoras tentam

mostrar que podem trazer efeitos socioeconômicos positivos, como geração de empregos e renda para os municípios.

Com o projeto do governo federal, o PAC (Programa de Aceleração de Crescimento), o consumo de areia teve um crescimento muito grande deixando as mineradoras em ritmo acelerado e muitas vezes em falta do material próximo aos grandes centros, onde estão sendo realizadas as obras. Com este problema, as areias utilizadas nas construções tiveram que ser transportadas de localidades mais distantes, elevando os custos devido ao transporte, com influência direta no custo da construção (FRIEDMAN, 2013)

Cita-se como exemplo a cidade de Vila Velha-ES, que apresenta escassez de agregados miúdos (como São Paulo e Rio de Janeiro) e ainda assim vem mantendo alto número de empreendimentos imobiliários, cerca de 59% do total de unidades em produção na região da Grande Vitória-ES, com expectativa de que o setor cresça 30% em 2017 (ESPÍRITO SANTO, 2016).

Vila Velha é um município brasileiro do estado do Espírito Santo, localizado na microrregião de Vitória, na mesorregião central espírito-santense. Pertence à região metropolitana de Vitória e está situada a 12 quilômetros ao sul da capital do estado. Segundo o IBGE (2016), sua população estimada é de 479.669 habitantes.

O município conta com 14,5 km de faixas costeiras, dentre as quais uma parcela poderia servir à extração de areia intencionando a utilização na construção civil. Essas faixas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Resolução CONAMA 303 (CONAMA, 2002), mas é previsto na seção II da Resolução CONAMA 369, de 2006, que a extração de bens minerais em APP pode ser licenciada mediante estudos de impacto ambiental (EIA) e justificativa da necessidade de extrair tais substâncias perante a inexistência de alternativas técnicas e locacionais (CONAMA, 2006).

2. OBJETIVOS

Este trabalho busca estudar um depósito de areias marinho para utilização como agregado na construção civil na região sudeste do Brasil, mais precisamente na região metropolitana de Vila Velha, no estado do Espírito Santo (ES), e avaliar as propriedades de argamassas de revestimento produzidas com substituição total da areia de rios pela areia marinha.

Almeja-se determinar a aplicabilidade do material avaliando comparativamente as duas argamassas do ponto de vista técnico e normativo.

Os objetivos específicos são: caracterizar fisicamente as areias conforme as normas brasileiras de agregados vigentes, efetuando ensaios de massa específica, massa unitária, teor de impurezas orgânicas, teor de argila em torrões e materiais friáveis, materiais pulverulentos, composição granulométrica, e inchamento; e produzir três dosagens de argamassas (1:5, 1:7, 1:9) para revestimento de alvenarias com cada areia comparativa, mensurando as propriedades físicas e o comportamento dessas argamassas no estado fresco.

3. JUSTIFICATIVA

Com o crescimento da indústria da construção civil, percebeu-se a deficiência do setor areeiro em suprir a demanda do agregado miúdo principalmente nos grandes centros urbanos e nas grandes obras de infraestrutura do país. Diante da necessidade, outros materiais vêm substituindo as areias de rios, dentre os quais podem-se citar a areia de brita, a areia de escoria de alto forno, oriundo de usinas siderúrgica, a areia de cava e as areias de cominuição de seixos rolados. Já existem estudos sobre a utilização de areias de praias e depósitos marinhos.

O estudo e o emprego das areias marinhas na área de construção civil, principalmente no setor de revestimentos, podem ter efeitos benéficos do ponto de vista macroeconômico e ambiental. Os benefícios econômicos se darão pela introdução de grandes jazidas desse agregado miúdo com conseqüente redução dos preços. Do ponto de vista ambiental, podem-se reduzir sobremaneira os impactos e passivos causados aos leitos dos rios, às suas margens e às áreas de preservação do entorno. Mesmo com o impacto causado com a extração da areia, ainda sim ela se mostra menos devastadora, tendo em vista que a extração no leito de rio devasta a fauna e flora.

A utilização de areias marinhas tende a se tornar uma opção mais barata em substituição aos depósitos de areia de rios em exploração, tendo por base que o principal componente no preço do agregado é o transporte, e a extração da areia marinha se dará mais próxima aos grandes centros urbanos litorâneos, como Vila Velha, Salvador, Recife, entre outros. No entanto, não se está falando de uso deste agregado em curto prazo, e sim, de um estudo futuro. A investigação da areia de praia como agregado miúdo utilizado em revestimentos é necessária pela ausência de literatura específica sobre o assunto, devido principalmente à propagação de ideias contrárias ao emprego dessas areias em concretos e estruturas. A não utilização em concretos se justifica não só pela ação dos cloretos, como pela elevada finura dessas areias, resultando em alta demanda de água, alta porosidade do concreto e aceleração dos ataques de cloretos em contato com as armaduras. Entretanto, em argamassas a finura da areia de praia é adequada para garantir trabalhabilidade das misturas, e existem muito poucos estudos em que se nota que a principal influência dos cloretos é sobre o tempo de pega do cimento utilizado.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. AREIAS

Segundo Bauer (2000), pode-se definir areia, geologicamente, como um sedimento clássico inconsolidado de grãos, em geral quartzosos, de diâmetro entre 0,06 e 2 mm, classificado como agregado miúdo. A areia como material de construção precisa ter grãos formados de material consistente, não necessariamente quartzoso, afirma Bauer (2000).

Os diâmetros limites adotados para classificar um agregado como areia variam conforme o ponto de vista em que se encara a questão. Os grãos finos das areias de praia nascem do desmanche de rochas próximas. É o mesmo processo que forma as areias de rios, dunas e lagos. Esse processo demora milhões de anos, e os grãos são levados através do vento e dos rios até a deposição nas praias. O tipo de rocha é que vai determinar o tipo de areia, composta principalmente do quartzo, mineral que vem do granito, um dos tipos de rochas mais abundantes que são encontrados na costa brasileira (TARSO, 2011)

A origem da rocha vai determinar a cor e o diâmetro da areia e, portanto, sua classificação, dentre elas:

- Areia negra: 0,25 a 0,5 mm de diâmetro, seu componente principal é a mica.
- Areia branca: 1 a 2 mm de diâmetro, seu componente principal é o quartzo.
- Areia mesclada: 0,12 a 0,25 mm de diâmetro, seu componente é o silício.

4.1.1. Fontes de extração

As areias como materiais de construção podem ser providas por diversas fontes, como o leito de rios, as praias e dunas, cavas em plataformas continentais, por britagem de rochas, ou ainda como escória resultante da produção de ligas metálicas em alto forno.

Areias de rio vêm de depósitos sedimentares acumulados na calha dos cursos de águas superficiais. A extração se faz por dragas de sucção, contendo cerca de 5 a 10% de areia, para lagoas de decantação, de onde o material é retirado (TARSO, 2011).

As areias de praias e dunas são oriundas de intemperismo oceânico ou eólico e não são utilizadas normalmente como material de construção por sua granulometria ser de grande finura e altos teores de cloreto de sódio. O mesmo ocorre com as areias de dunas do litoral (TARSO, 2011)

Longe de cursos de água e do litoral são comuns areias extraídas de cava e de britagem de rocha. As cavas são depósitos aluvionares em fundos de vales cobertos por capa de solo nos quais a areia é extraída por escavação mecânica ou por desmonte hidráulico. Areias de britagem são, por sua vez, obtidas no processo de classificação a seco nas pedreiras produtoras de brita (TARSO, 2011).

Existem ainda areias provenientes da separação e das classificações de escórias de Alto Forno. A escória é resfriada bruscamente por jato de água, fragmentando-se em grãos em geral inferiores a 12,7 mm, cominuídos e separados por peneiras. A composição química da escória difere muito da das rochas e varia ainda conforme a composição da carga do alto-forno (TARSO, 2011)

4.1.2. Consumo de areia

A quantidade de areia consumida anualmente na construção civil brasileira é da ordem de 320 milhões de m³ e provém em sua maior parte dos leitos de rios, fazendo com que a calha natural dos cursos de água seja agredida, levando a um

aumento da vazão de água e acelerando o ritmo de erosão das margens. A retirada da cobertura vegetal também descaracteriza essas áreas e deixa o solo estéril (MENOSSE, 2004).

4.2. AREIA DE PRAIA

A areia de praia é proveniente da desagregação de rocha e de minerais de ocorrência litorânea, e tem dimensões entre 64 micrometros e 2 milímetros. Normalmente não é utilizada em concreto, devido à presença de cloretos que facilitam a despassivação da armadura e sua posterior corrosão.

Segundo Young e Griffith (2009), foram documentadas áreas de mineração da areia de praia em 35 países e 6 continentes, normalmente para uso em concretos e na construção civil em geral, sendo a maioria das atividades de mineração de caráter local. Os autores afirmam ainda que a extensão e o impacto dessas atividades não têm sido noticiados por trabalhos acadêmicos, e que sem regulamentação, a mineração dessa areia tem levado à completa destruição de praias com impacto na proteção costeira e no turismo.

Popovics (1968) relatou o uso de areia de praia e conchas como agregados miúdos e graúdos respectivamente, em concreto. Segundo o autor pode-se produzir concretos para certas utilizações, usando-se a areia de praia e conchas, ainda que estes não apresentem os requisitos de agregados comuns como a distribuição granulométrica, o formato das partículas e perdas por abrasão. Uma trabalhabilidade adequada foi obtida utilizando 40% de areia de praia e 60% de conchas cominuídas, e o concreto atingiu resistência à compressão de 17 MPa, podendo ser utilizado em muros de contenção, estruturas de fundação, bases de pavimentos e concreto massa, desde que não utilizada armadura nos elementos.

Limeira *et. al* (2011) produziram concretos com substituições em massa da areia de britagem de rocha calcária por areia marinha extraída no porto de Barcelona entre teores de 15 e 50%. O estudo demonstrou que a areia marinha pode ser utilizada como agregado miúdo devido às propriedades físico-mecânicas similares ao concreto de referência. A substituição por areia marinha manteve ou reduziu a quantidade de poros, a absorção e a penetração de água sob pressão dos concretos produzidos.

Al-Harthy (2007) conduziu estudos fazendo substituições parciais da areia convencional por areia de dunas em concretos de no mínimo 40 MPa. Os resultados indicaram aumento da trabalhabilidade para substituições de até 50%, contudo, para teores acima de 50%, o comportamento foi oposto. Os valores de resistência diminuíram com o aumento dos teores de areia de duna, com redução de no máximo 25% da resistência à compressão para o concreto com substituição total da areia convencional. Os valores de absorção, segundo o autor, foram em geral tão maiores quanto maior foi o teor da areia de duna.

4.3. ARGAMASSA

Segundo ABNT NBR 13529 (2013), a argamassa é uma mistura homogênea

composta basicamente por cimento, areia, cal hidratada, podendo também utilizar outros materiais em sua composição como o saibro, o barro e o caulim. As argamassas têm como principais aplicações o assentamento de tijolos, blocos, azulejos, cerâmicas, tacos, ladrilhos, revestimento de paredes, pisos e tetos, impermeabilização etc.

A argamassa de revestimento, por sua vez, é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos químicos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria.

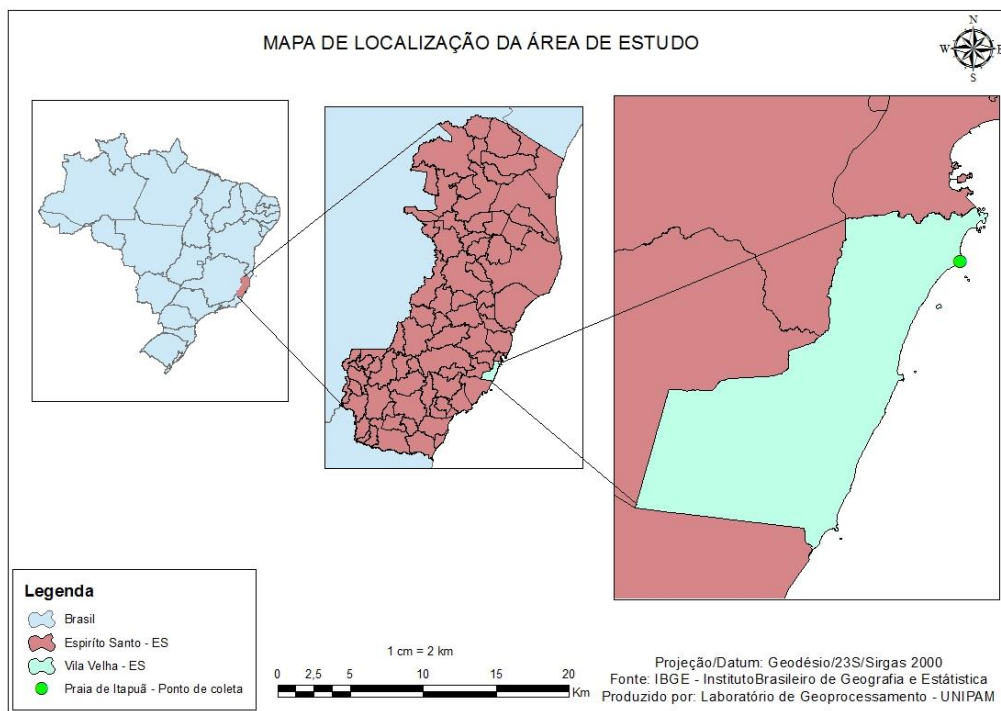
5. METODOLOGIA

Neste item segue a descrição dos procedimentos metodológicos adotados no presente estudo.

5.1. EXTRAÇÃO E AMOSTRAGEM

A amostragem da areia ocorreu na praia de Itapuã, município de Vila Velha-ES, conforme ilustrado na figura 1.

FIGURA 1. Localização da área de estudo



Fonte: IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
produzido por laboratório de Geoprocessamento - UNIPAM

A amostragem do material a ser estudado foi realizada na praia de Itapuã, município de Vila Velha-ES. Foi traçada malha de 20 x 500 m, com divisões a cada 20 m, na qual cada vértice representou um ponto de coleta de areia. De cada ponto de coleta foi retirado um volume de 500 ml de areia nunca ultrapassando profundidade de 0,20 m.

Após a coleta do material, foi efetuado quarteamento de acordo com o método B da ABNT NBR NM 27 (2016). Foi utilizada pá côncava e reta, colher de pedreiro, vassoura e encerado de lona medindo aproximadamente 2,0 m x 2,5 m. Após completa homogeneização e quarteamento, foram separadas amostras para ensaios químicos, físicos e confecção das argamassas, como exposto a seguir.

5.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS AREIAS

Os ensaios de caracterização física foram realizados no laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

O ensaio de massa unitária das areias teve como base a norma ABNT NBR NM 45, utilizando recipiente de forma cilíndrica e volume padrão. Foram seguidas orientações do método C da referida norma, caracterizando a massa unitária dos materiais no estado seco e solto. A massa específica, por sua vez, foi determinada conforme ABNT NBR NM 52.

O teor de impurezas orgânicas foi avaliado conforme ABNT NBR NM 49, através da comparação colorimétrica de uma substância padrão com a solução de hidróxido de sódio determinada em norma após o ataque ao agregado. O teor de argilas em torrões e materiais friáveis seguiu a ABNT NBR 7218, e o teor de materiais pulverulentos (finos menores que 0,075 mm) foi mensurado conforme método da ABNT NBR NM 46

A composição granulométrica das areias foi determinada de acordo com o procedimento da ABNT NBR NM 243, utilizando-se jogo de peneiras de série normal e intermediária, presentes no laboratório. O ensaio de inchamento de agregado miúdo seguiu o preconizado pela ABNT NBR 6467, variando-se o teor de umidade das areias e determinando-se as massas unitárias no estado solto, de modo a estabelecer a curva de inchamento volumétrico.

5.3. CONFECÇÃO DAS ARGAMASSAS E ENSAIOS NO ESTADO FRESCO

As argamassas com todas as areias foram confeccionadas a partir de três traços volumétricos pré-determinados - 1:5, 1:7, 1:9, e a quantidade de água utilizada para o amassamento será mensurada de modo que todas as argamassas apresentem índice de consistência de 280 mm ou superior, típico de argamassas para reboco. Foram adotados os traços 1:5; 1:7; 1:9, de modo a reproduzir traços ricos, médios e pobres empregues em revestimento. O método de mistura em argamassadeira e a determinação do índice de consistência seguiram recomendações da ABNT NBR 13276.

5.4. EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ARGAMASSAS NO REVESTIMENTO

A execução do revestimento seguiu as recomendações da ABNT NBR 7200 (1998), respeitando os prazos de cura das camadas anteriores, como o chapisco, a fim de evitar fenômenos patológicos por erros executivos. Foi empregue mão de obra especializada do Centro Universitário de Patos de Minas, sendo três pedreiros de acabamento. O primeiro executou as argamassas 1:5, 1:7 e 1:9 de areia lavada, enquanto os demais executaram, cada um, as argamassas 1:5 ou 1:7 de areia marinha.

Para observação das características, foram confeccionadas paredes de teste com dimensão de 60x75 cm, utilizando-se blocos cerâmicos de 19x29 cm. Os blocos foram assentados com uma argamassa padrão de forma a se ter correta amarração das juntas de argamassa.

Foram confeccionados ao todo cinco paredes de teste, sendo três paredes com areia de rio e traços de 1:5; 1:7; 1:9 preestabelecidos, e duas paredes rebocadas com areia marinha nos traços 1:5 e 1:7. As argamassas para confecção das paredes tiveram a mesma composição das argamassas ensaiadas em laboratório, utilizando-se areia de praia e areia de rio.

6. RESULTADOS

As argamassas foram produzidas com espalhamento de no mínimo 280 mm, que foi definido com ensaio de adensamento, de modo a se ter boa trabalhabilidade, conforme relato de profissional da área, ou seja, pedreiros profissionais. Nota-se, entretanto, na Tabela 1 que a argamassa com areia de praia no traço volumétrico 1:9 teve espalhamento de 150 mm, já que na prática a adição de mais água não levava ao aumento de trabalhabilidade e ocasionava a exsudação, o que não permitiu a execução da alvenaria com argamassa de 1:9 com areia marinha. A exsudação é um fenômeno que pode acarretar desagregação, e ocorre devido ao pequeno poder de retenção de água e coesão, ocasionado pela ausência de finos na argamassa (SILVA, 2007).

Observa-se também que à medida que se aumenta o volume de areia em relação ao volume de cimento, há redução significativa no consumo de cimento para produção de um mesmo volume de argamassa. Para as argamassas com areia marinha, houve redução de até 45% do consumo de cimento do traço 1:9 comparado ao traço 1:5. Já para as argamassas com areia de rio houve redução no consumo de até 40,5%.

Percebe-se também que o aumento da relação m, ou seja, relação agregado/cimento, aumentou a demanda de água para a argamassa com areia de rio, enquanto não houve aumento no consumo de água para a argamassa com areia marinha. Isso pode ser devido ao fato de a distribuição granulométrica da areia de rio ser mais densa, já que com composição mais uniforme há menos superfície específica de material a ser molhada.

TABELA 1. Resultados das argamassas

	Traço	Relação m	água/ cimento	água/ materiais secos	Espalhamento (mm)	Consumo de cimento (kg/m ³)
Areia de rio	1:5	7,9	1,793	0,202	299,5	193,1
	1:7	11,0	2,550	0,212	300,4	139,7
	1:9	14,1	3,586	0,237	298,5	106,2
Areia marinha	1:5	7,9	1,793	0,201	280	192,3
	1:7	11,1	2,391	0,198	300	142,3
	1:9	14,2	2,869	0,188	150	114,4

Fonte: Autor (2017)

Os revestimentos da areia de rio, nos traços de 1:5; 1:7; 1:9 aos 7 dias, expostas ao tempo na área externa do Centro Educacional de Patos de Minas, onde foram observadas periodicamente, não apresentaram nenhuma incidência patológica aparente. A argamassa com areia de praia no traço de 1:5 também não apresentou nenhum vício aparente, porém, com traço 1:7 apresentou desagregação de areia e descolamento do revestimento.

Segundo Bellaver (2016), um fator que interfere no comportamento do revestimento, quando se refere ao mecanismo de aderência, é a forma de lançamento da argamassa.

A exsudação é outro fenômeno que pode acarretar desagregação, haja vista que as argamassas sem finos, tal como a argamassa com areia marinha em questão, têm pequeno poder de retenção de água, o que exige uma frequente homogeneização da argamassa e pode vir a interferir na capacidade de adesão quando lançada contra a base (SILVA, 2007).

Com 30 dias, foi possível observar manchas por umidade devido à capilaridade nas paredes revestidas com areia marinha nos traços 1:5 e 1:7, com aproximadamente 6 cm e 15 cm respectivamente, que podem ser observadas na Figura 2 (na página seguinte).

Também foi observada trinca na parede revestida com areia marinha no traço 1:7, com abertura de 0,8 mm. De acordo com Vadstrup (2008), as fissuras superficiais que apareceram nas alvenarias podem ter sido consequência de uma deficiência na aplicação. Também, segundo o autor, a aplicação da argamassa em superfície muito seca e quente também pode causar fissuras superficiais, caso em que se encontravam expostas as paredes em estudos

Segundo Souza (2008), a chuva é um dos fatores mais comuns para que haja infiltração por capilaridade. Esse fenômeno não quer dizer que se trata de um defeito, mas pode causar manifestações patológicas como eflorescências, manchas, deslocamento de cerâmica, dentre outras. Porém, segundo Paranhos, Vechia e Beltrame (2008), esse fenômeno de capilaridade se dá devido à atração onde o contato do líquido com o sólido sobe pelos tubos capilares.

FIGURA 2. Altura de mancha por umidade



Fonte: Autor (2017)

Segundo Magalhães (2004), podem aparecer fissuras disseminadas e isoladas, assim como ocorridas na argamassa com areia marinha.

FIGURA 3. Fissura na argamassa com areia marinha



Fonte: autores (2017)

De acordo com a ABNT NBR 9575:2010, classificam-se as trincas, fissuras e microfissuras de acordo com a Tabela 2

TABELA 2. Classificação de fissuras por abertura

	Trincas	Fissuras	Microfissuras
Abertura em (mm)	>0,5mm e <1,00mm	≤0,5mm	≤0,05mm

Fonte: ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010)

6. CONCLUSÃO

Percebeu-se no amassamento das argamassas a baixa trabalhabilidade das argamassas com areia marinha e a exsudação ocorrida no traço volumétrico 1:9, devido à granulometria uniforme da areia.

No traço 1:5 a areia marinha ainda detinha condições de ser lançada sobre a alvenaria, entretanto, no traço 1:7, que já apresentava sinais de exsudação, houve dificuldade por parte da mão de obra para aplicação, já que esta não tinha adesão ao substrato e se desagregava do revestimento.

Foi observado nos traços que o aumento do consumo de agregado leva ao aumento do consumo de água para manter a mesma consistência. No estado endurecido, as argamassas com areia marinha apresentaram ascensão capilar, quando expostas às mesmas condições climáticas que a areia de rio. A ascensão é devido à maior finura da areia marinha em relação à areia de rio, o que ocasiona maior número de capilares que atraem a água.

Todas as argamassas, com exceção do traço 1:7 com areia marinha, apresentaram bom comportamento frente às solicitações climáticas, não tendo ocorrido manifestações patológicas como fissuração mapeada, descolamento e eflorescências. Concluiu-se, além do exposto acima, que a areia marinha, para ser utilizada como agregado na produção de argamassas, deve ser combinada com aditivos ou adições que possibilitem maior coesão e melhor trabalhabilidade da mistura.

Sugere-se para estudos futuros a adição de aditivos retentores de água na argamassa com areia marinha, a avaliação da influência dos sais na cura da argamassa e a dosagem de argamassas com adições finas como filitos, fíleres e cales.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HARTHY, A. S; HALIM, M. A; TAHA, R; AL-JABRI, K. S. The properties of concrete made with fine dune sand. *Construction and Building Materials*, 21(8):1803-1808, 2007.

ARGAMASSA. Portal do concreto. Disponível em: <portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/massa.html>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7218: Agregados - Determinação do teor de argila em truões e materiais friáveis-Métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *NBR 9775: Determinação da umidade superficial em agregados miúdos por meio do frasco de Chapman- Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 1996.

_____. *NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e teto de argamassa inorgânica - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *NBR NM 27: Agregados - Redução da amostra de campo para ensaio de laboratório - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2001.

_____. *NBR NM 49: Agregado miúdo - Determinação de impureza orgânica - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2001.

_____. *NBR NM 46: Agregados - Pulverulência - Determinação do material fino que passa através da peneira de 75 microns por lavagem - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2003.

_____. *NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2003.

_____. *NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de teto e paredes - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *NBR 6467: Agregados - determinação do inchamento dos agregados miúdos - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2006.

_____. *NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2006.

_____. *NBR NM 52: Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2009.

_____. *NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Métodos de ensaios*. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, L. A. Falcão. *Materiais de construção*. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BELLAVER, Gustavo Bridi. *Falta de aderência entre o revestimento argamassado e substrato de alvenaria: influência do tipo de argamassa, espessura e técnica utilizada*. 2016. TCC em Engenharia. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CAVALCANTI, V. M. M.; FREIRE, G. S. S. A possibilidade de utilização de areias marinhas como agregado na construção civil na região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. *Gravel*, Porto Alegre, 5(2007): 11-24.

CONAMA. *Resolução 303* - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

CONAMA. *Resolução 369* - Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 17 fev. 2017

ESPÍRITO SANTO. Sindicato da indústria da construção civil. *30º Censo Imobiliário*. Espírito Santo, 2016. Disponível em: <http://www.sinduscon-es.com.br/v2/upload/7122016093154_Apresentacao_Censo_JUNHO_2016%20%20Versao%20Imprensa%20%20Sem%20Apresentacao%20Entraves.pdf>. Acesso em: 31 de janeiro de 2017.

FRIEDMAN, Milton. “Se o governo não administrar, em 5 anos faltará areia”. *Revista Areia e Brita*, ano 19, ed. 66, p. 3, 2016.

ISAIA, G.C. *Concreto e Tecnologia*. São Paulo: IBRACON, 2011.

LIMEIRA, J; ETXEBERRIA, M; AGULLÓ, L; MOLINA, D. Mechanical and durability properties of concrete made with dredged marine sand. *Construction and Building Materials*. 25(11): 4165-4174, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811001930>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

MENOSSI, T. Rômulo. *Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto*. São Paulo, UNESP, 2004. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. *Fissuras em alvenaria configurações típicas e levantamento de incidências no estado do rio grande do sul*. 2004. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10135/000521582.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

POPOVICS, S. *Reefshell in Portland cement concrete and reef shell-beach sand concrete*. 1968. Disponível em: <<https://trid.trb.org/view.aspx?id=98964>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

PARANHOS, Aline; VECHIA, Daniel; BELTRAME, Milton. *Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas*. 2008. Disponível em: <www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653_01_O.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.

SILVA, Adriano Cavalcanti da. *Impactos ambientais causados pela extração de areia no rio Paraíba, no trecho da cidade de Pilar-PB*. [2011]. Disponível em: <[file:///C:/Users/GABRIEL/Downloads/ADRIANO%20CAVALCANTI%20DA%20SILVA%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/GABRIEL/Downloads/ADRIANO%20CAVALCANTI%20DA%20SILVA%20(4).pdf)>. Acesso em: 19 out. 2018.

SILVA, Narciso Gonçalves da. *Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária*. 2006. Disponível em: <acervodigital.ufpr.br/bitstream/1884/4660/1/DISSERTA>. Acesso em: 15 jan. 2017.

SOUZA, Marcos Ferreira de. *Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações*. 2008. Disponível em: <[pos.demc.ufmg.br/.../Patologias Ocasionadas Pela Umidade Nas.pdf](http://pos.demc.ufmg.br/.../Patologias%20Ocasionadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.

TARSO, Araujo. *Como se formou a areia da praia*. Disponível em: <mundoestranho.abril.com.br/ciencia/como-se-formou-a-areia-da-praia/>. Acesso em: 01 fev. 2017.

VADSTRUP, S. (org.). *Reparação em alvenaria e reboco*. 2008. Disponível em: <<https://5cidade.files.wordpress.com/2008/05/reparacoes-em-alvenaria-e-rebocos.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

VIVES, Fernando. HP200 - Transformando seixo rolado em areia de alta qualidade. *Revista Areia e Brita*, ed. 59, 2013.

YOUNG, R.; GRIFFITH, A. *Documenting the global impacts of beach sand mining*. EGU General Assembly 2009, 2009. Disponível em: <http://meetings.copernicus.org/egu2009>. Acesso em: 03 mar. 2017.