

## DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSAS COM INCORPORAÇÃO DE ARGILA

### MORTARS DEVELOPMENT WITH CLAY INCORPORATION

#### **Herbet Alves Oliveira**

Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais e Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS). E-mail: herbet.oliveira@ifs.edu.br

#### **Francielle Costa Santos**

Discente do Curso técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe (IFS). E-mail: ellycostaifs2017@gmail.com

#### **Bruno Fraga da Cruz Santos**

Discente do Curso técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe (IFS). E-mail: brunofraga583@gmail.com

#### **Mario Rodrigues Res Oliveira**

Discente do Curso técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe (IFS). E-mail: mario10843@gmail.com

#### **Gean Rodrigues Santos**

Discente do Curso técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe (IFS). E-mail: gean.ifs2017edf@gmail.com

#### **Cochiran Pereira dos Santos**

Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais e Técnico da Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: cochiran@hotmail.com

**Resumo:** Argilas são materiais abundantes na natureza, de baixo custo e de ampla aplicação na indústria cerâmica, que quando umedecidos adquirem plasticidade. A produção de argamassas de reboco para construção civil é pouco utilizada devido às dificuldades com a contração após secagem em função de fissuras que são geradas. Em alguns países como Portugal, que tem inúmeras construções milenares, a argila é usada para restauração. Em Sergipe, existem argilas de excelente qualidade que atendem aos segmentos de cerâmica vermelha e revestimento cerâmico que poderiam ser consideradas para uso em argamassas. Nesse trabalho foi avaliada a influência de uma argila da região de Alagoas (AL) utilizada na fabricação de revestimentos cerâmicos em Sergipe e Pernambuco e na fabricação de argamassa.

As matérias-primas utilizadas, como o cimento, argila, cal e areia, foram caracterizadas por meio da análise química por FRX, difratometria de raios X, análise granulométrica, índice de plasticidade e massa específica. Foram confeccionados corpos de prova que foram caracterizados por meio de ensaios tecnológicos no estado fresco: consistência e densidade aparente e após cura aos 28 dias, resistência mecânica à compressão e absorção de água. Os resultados mostraram que a argila pode ser utilizada na produção de argamassa de reboco até o limite de 10%, sob o risco de fissuras, sobretudo em ambiente com ventilação ao ar.

**Palavras-Chave:** Argamassa. Reboco. Indústria. Cerâmica.

**Abstract:** Clays are abundant materials in nature, low cost and widely used in the ceramic industry, which

when wetted acquires plasticity. The production of plaster mortars for civil construction is little used due to difficulties with the contraction after drying in the function of cracks that are generated. In some countries like Portugal, which has many ancient buildings, clay is used for restoration. In Sergipe, there are clays of excellent quality that meet the standards of red ceramic and ceramic coating that can be used for use in mortars. In this work, the influence of a clay from the region of Alagoas (AL), used in the manufacture of ceramic tiles in Sergipe and Pernambuco, in the manufacture of mortar was evaluated. As the raw materials used as cement, clay and sand, they were characterized by chemical analysis by XRF, X-ray diffraction, granulometric analysis, plasticity index and specified mass. Specimens were made and characterized by means of technological tests in the fresh state: consistency and bulk density and after curing after 28 days of mechanical resistance to compression and water absorption. The results shown that the clay can be used in the production of plaster mortar up to the limit of 10%, under risk of cracking, especially in the environment with air ventilation.

**Keywords:** Mortar. Plaster. Industry. Ceramics.

## INTRODUÇÃO

As argamassas são materiais de construção comumente usados para assentamento de blocos de cerâmica e revestimento de paredes, entre outras aplicações (PETRUCCI, 2011). Para garantir a aderência e resistência necessária, aditivos minerais são frequentemente usados na formulação de argamassas, sobretudo em rebocos. Atualmente, a argamassa decorativa de reboco monocamada vem sendo introduzida em larga escala pela indústria como uma das alternativas para uso na construção civil, sendo constituída de misturas de cimento, cal, minerais, polímeros e outros.

As argilas são materiais alternativos para aplicação em argamassas pois apresentam plasticidade, além de ser abundante na natureza, mas que são pouco utilizadas, sobretudo devido as dificuldades encontradas no controle da contração após secagem. Como material muito abundante e sem necessidade de tratamentos

especiais, a argila é utilizada desde a antiguidade na construção de habitações (BRAVO, 2017).

Nas regiões com climas secos ou temperados, a argila tem sido sempre o material de construção predominante. Na atualidade, um terço da população mundial vive em construções de terra e nos países em desenvolvimento esse valor sobe para metade da população.

Prevê-se que, especialmente nos países em desenvolvimento, este material continue a ter um papel muito relevante (SANTOS, 2014). A argila é um material não padronizado, o que faz variar a sua composição e características, e esta variação pode levar a uma maior ou menor adequação face às necessidades construtivas. Por conseguinte, sua aplicação na construção necessita de um controle prévio de sua composição que, se necessário, levará a uma correção da mistura (BRAVO, 2017). A argila confere plasticidade podendo substituir a cal, como encontrado em vários trabalhos.

Gomes e Neves (2010) realizaram um estudo sobre argamassas de cimento Portland utilizando argila e areia natural do rio. Os autores compararam uma proporção convencional de argamassa de 1:1:6 (cimento: cal hidratada: areia natural), com argamassas modificadas com argila. Quanto às argamassas, os autores concluíram que a retenção de água foi afetada, o que ocasionou uma diminuição na resistência mecânica. Entretanto, a força de aderência da argamassa ao substrato foi aumentada, devido à plasticidade da argila que resultou em um comportamento coesivo da argamassa.

Andrés et al. (2016), estudaram a influência da argila nas propriedades mecânicas de argamassas. Os autores prepararam três diferentes argamassas, eles concluíram que as argamassas contendo argila ao invés de cal não mostraram uma diminuição na resistência mecânica. Adicionalmente, isso foi atribuído à melhoria do empacotamento causado

pela incorporação da argila na estrutura das argamassas. Noor (2012), estudou a incorporação de argila em cimento, e concluiu que ela aumenta a resistência nas idades iniciais. Nestas argamassas a argila funciona como ligante ou aglomerante e, deste modo, a terra utilizada para a construção deve ser suficientemente rica em argila de modo a permitir uma boa plasticidade enquanto molhada e dureza enquanto seca. É de salientar o fato de, ao contrário dos ligantes comuns, a argila não apresenta um processo de endurecimento irreversível. Isto é, após ser obtido o endurecimento, é possível retomar a plasticidade original através da adição de água. Tal resultado não é possível nas argamassas de cimento ou cal (LIMA, 2016; EIRES, 2014).

Os agregados utilizados nas argamassas de argila podem ser siltes ( $0,002 > 0,06$  mm), areias ( $0,06 > 2$  mm) e, mais raramente, pedregulhos ( $> 2$  mm) consoante a sua dimensão (GOMES et al., 2014). Tal como nas argamassas convencionais, o conjunto dos agregados deve apresentar uma boa distribuição granulométrica, de modo a proporcionar maior resistência mecânica.

A argamassa de terra tem ainda como principal característica uma elevada higroscopicidade e um reduzido impacto ambiental e energético (SANTOS, 2014).

O presente projeto propõe um estudo de viabilidade técnica da utilização de uma argila íltica retirada das jazidas do Estado de Alagoas utilizada na produção de cerâmica para fins decorativos (OLIVEIRA, 2017). Acredita-se que o consumo de matéria-prima do Estado irá contribuir para a contenção dos custos devido à diminuição de distâncias na aquisição e transporte dessa matéria-prima, desenvolvimento da economia da região, além de contribuir para a redução de danos causados ao meio ambiente, no leito dos rios com a extração da areia.

No mercado brasileiro há quase um século, as argamassas decorativas são conhecidas pela durabilidade e beleza, devendo haver uma

preocupação com a sua composição, de forma a evitar problemas ou mesmo diminuir eventuais deficiências e custos de reparo.

Na Europa em função das construções milenares, as argilas são utilizadas para restauração de construções. No entanto, a dificuldade com o manuseio de argilas devido à elevada plasticidade aliado ao alto índice de fissuras, favorece a não utilização de argilas em argamassas. Por sua vez, a grande abundância na natureza dessa matéria-prima, aliado ao baixo custo, justifica pesquisas nessa área.

Embora utilize-se pouco, no Brasil, argilas em argamassas, existem argilas que apresentam propriedades especiais, como baixo teor de matéria orgânica, elevada plasticidade e estabilidade térmica, o que as tornam credenciadas a serem utilizadas na indústria cerâmica e cimentícia (SANTOS, 2016).

Neste contexto reside o interesse deste trabalho, que propõe um estudo de viabilidade técnica da utilização de uma argila íltica denominada Igreja Nova (IN) de elevada estabilidade térmica, baixo teor de matéria orgânica e que é retirada das jazidas do Estado de Alagoas para aplicação em cerâmicas nos estados de Sergipe e Pernambuco.

## MATERIAL E MÉTODOS

A argila utilizada na pesquisa é da região de Igreja Nova (AL) Brasil, conforme apresentado na Figura 1 e denominada por IN. O cimento utilizado foi o Portland CP II F32 - RS, a cal e o agregado miúdo são do município de Estância (SE), Brasil.

**Figura 1** - Mapa dos estados de Sergipe e Alagoas

Fonte: dados da pesquisa

### Caracterização tecnológica das matérias-primas

**Massa unitária:** A massa unitária do cimento, cal e agregado miúdos, foram determinadas por meio de procedimento interno em que as amostras foram vertidas em um recipiente cilíndrico com diâmetro de 10 cm e altura de 13 cm, os quais foram pesados em balança com resolução de 0,01 g, sendo o peso dividido pelo volume do recipiente.

**Massa específica aparente:** A massa específica aparente das matérias-primas foram obtidas em conformidade com a NBR 7185 (ABNT, 2016).

**Massa específica real:** Essa propriedade foi determinada utilizando um picnômetro de hélio, modelo *AccuPyc II 1340* da marca *Micromeritics*.

**Análise granulométrica por peneiramento:** O agregado miúdo foi caracterizado por meio da análise granulométrica, conforme a NBR 7181 (ABNT, 2016). Já a argila foi submetida ao ensaio de análise granulométrica por sedimentação.

**Finura:** A finura do cimento, resíduo e cal foram realizadas através de peneiramento manual, conforme a NBR 11579.

**DRX:** A difratometria de raios X das matérias-primas foi realizada em equipamento da RIGAKU utilizando espaçamento de 1°/min no intervalo de 3 a 60°.

**Capacidade de troca de cátions CTC:** A troca iônica foi determinada pelo método do azul de metileno de acordo com a norma ASTM 837-1992.

**Índice de Plasticidade (IP):** Os limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP) da argila foram obtidos de acordo com a ASTM D4318-2010, NBR 7180:84 e NBR 6459:16. O índice de plasticidade (IP) é o resultado da diferença aritmética entre os limites de liquidez e plasticidade, segundo a Eq. (A).

$$IP = LL - LP \quad (A)$$

**Matéria orgânica:** Foi determinada por meio do processo de calcinação a 440 °C. A matéria orgânica pode influenciar no aumento da plasticidade das argilas, favorecendo a compactação, dificultando a eliminação da água livre, bem como a desidroxilação, podendo gerar deformações nas peças. O teor de matéria orgânica foi determinado segundo a norma a ASTM D 2974.

**Análise química:** Os percentuais dos óxidos constituintes das amostras foram determinados através de medidas semiquantitativas pela técnica de fluorescência de raios X (FRX). As medidas foram realizadas em vácuo, em um equipamento da marca Bruker, modelo S4 Pioneer, utilizando amostras com massa em torno de 10 g que foram prensadas no formato de corpos cilíndricos com diâmetro de 20 mm e espessura de 3 mm, aproximadamente.

### Preparação das argamassas

A argila foi seca em estufa e em seguida foi cominuída em moinho de martelo e passada na peneira (0,42 mm), conforme procedimentos de AMOROS (2011). As matérias-primas foram pesadas em balança com capacidade de carga de 2100 g e resolução de 0,01 g, modelo JH2102.

Neste experimento, as argamassas foram produzidas utilizando um misturador mecânico (argamassadeira) de eixo vertical com capacidade

de 5 litros, da marca Edutec. Inicialmente, o teor de água foi determinado para a obtenção do índice de consistência padrão prescrito na NBR 13276, chegando-se a uma consistência no intervalo de  $(210 \pm 10)$  mm. Foram moldados 6 corpos de prova de cada formulação, que foram submetidos a ensaios após cura de 28 dias.

As formulações propostas estão na Tabela 1. A partir de uma formulação padrão de reboco de traço 1:2:6 uma parte de cimento, duas de cal e 6 de areia, foi introduzido argila em substituição à areia em volume. A relação água-cimento (a/c) inicialmente foi 1,8, mas que foi corrigida nas demais formulações com o intuito de manter a faixa de consistência estabelecida.

**Tabela 1** - Formulações de argamassa com argila.

Traço	Matéria Prima				a/c
	C	Cal	A	AR	
Padrão	1	2	6	-	1,80
A	1	2	-	6	2,55
B	1	2	2	4	2,69
C	1	2	3	3	2,79
D	1	2	1	5	2,61
E	1	2	5	1	1,90

Fonte: dados da pesquisa  
C: cimento; A: areia; AR: argila

### Ensaio de caracterização das argamassas no estado fresco

*Índice de consistência:* Foi utilizada a NBR 13276 (ABNT, 2005).

*Densidade de massa aparente:* Foi realizada em conformidade com a NBR 13280 (ABNT, 2005).

### Ensaio de caracterização das argamassas após cura

*Resistência mecânica à compressão e tração na flexão:* A resistência foi determinada nos corpos de prova após cura na díade de 28 dias, conforme procedimento descrito na NBR 13279 (ABNT, 2005) em uma prensa marca Contenco, modelo Pavitest HD-200T.

*Absorção de água e densidade aparente:*

Para realização deste ensaio seguiu-se o método de ensaio descrito na NBR 15259 (ABNT, 2005).

### Estatística

Os resultados médios e os desvios padrões obtidos através dos ensaios de laboratório foram analisados por meio do método estatístico *ONE WAY ANOVA*, o qual consiste em uma técnica de análise de variância entre os grupos de resultados, utilizando-se do índice de significância de 95% ( $p < 0,05$ ) para comprovar se essas diferenças são significantes. A análise de variância tem como objetivo comparar a variação resultante de fontes específicas com a variação entre os indivíduos que deveriam ser semelhantes. Especificamente, a ANOVA testa se várias populações têm a mesma média comparando o afastamento entre as médias amostrais com a variação existente dentro das amostras. Para esta pesquisa, o programa utilizado foi o Microsoft Excel 2010 que se encarregou de determinar os valores de  $p$  entre os grupos de materiais nas diferentes condições das amostras.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2, a densidade aparente das matérias-primas foi bem próxima entre elas com exceção da areia, por ser um material mais grosseiro. Com relação à finura, o cimento é o material que apresentou menor porcentagem de partículas retidas na peneira de 0,074 mm. Com relação a granulometria, a argila apresentou um alto índice de partículas finas (42% abaixo de 2 mm), o que contribui para melhorar o índice de plasticidade. A argila IN apresentou índice de plasticidade de 9%, que segundo Maestrelli (2013), materiais que apresentam IP entre 1 e 7% são considerados fracamente plásticos, de 7 a 15% são medianamente plásticos e acima de 15% altamente plásticos. Essas diferenças estão relacionadas com a distribuição do tamanho de partículas, teor de matéria orgânica (1,4%) e ainda do tipo de argilomineral presente. Com relação ao CTC, o mesmo contribui para dificultar a trabalhabilidade das argilas, o qual está de acordo com CELIK (2010).

**Tabela 2** - Ensaio de caracterização tecnológica das matérias-primas.

Característica	Matérias-primas			
	C	CaI	A	AR
DA (g/cm <sup>3</sup> )	1,19	0,94	1,52	1,15
DR (g/cm <sup>3</sup> )	3,26	2,72	2,62	2,71
Finura (%)	0,96	12,00	-	32,20
IP (%)	-	-	-	12,00
MO (%)	-	-	-	1,40
CTC	-	-	-	12,60
(%) < 2 μm	-	-	-	42,00

Fonte: dados da pesquisa

C: cimento; A: areia; AR: argila

MO: matéria orgânica;

DA: densidade Aparente;

DR: densidade real

CTC: capacidade de troca de cátions

De acordo com a Tabela 3, a argila é rica em potássio e ferro, característico de argilas ílíticas que não influencia na trabalhabilidade ou retração da argila (BOUSSEN, 2016; CELIK, 2010). Já nas demais matérias-primas, a composição é similar a outros trabalhos (PETRUCCI, 2011).

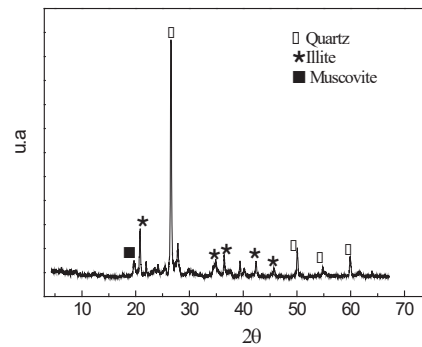
**Tabela 3** - Análise química das matérias-primas.

Óxidos	Matéria-prima			
	C	A	AR	CaO
P.F.	1,4	0,5	4,3	-
SiO <sub>2</sub>	8,6	85,0	64,2	4,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	3,7	15,3	-
CaO	81,2	1,0	0,7	95,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,3	3,0	5,3	-
K <sub>2</sub> O	1,4	0,5	4,3	-
Na <sub>2</sub> O	-	-	1,6	-
MgO	-	-	12,8	-
ZrO <sub>2</sub>	-	0,5	-	-
TiO <sub>2</sub>	0,36	5,3	0,9	-
Total	100,0	99,8	99,3	99,4

Fonte: dados da pesquisa

Na Figura 2 é apresentada a difratometria de

raios X da argila. Está presente o argilomineral illita, o quartzo e feldspato muscovita como impurezas (MAHMOUDI, 2017). Trata-se de uma argila de plasticidade média.

**Figura 2** - Padrão de difratometria de raios X da argila.

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 4, a consistência aumentou com a incorporação de argila, sendo necessária correção com a adição de água, reduzindo a densidade aparente da suspensão (BARROS, 2017).

Adicionalmente, com o acréscimo de argila houve aumento da absorção de água após cura, conforme apresentado na Figura 3, redução da densidade (Figura 4) e da resistência (Figura 5). No entanto, ao reduzir o teor de argila (D), essas propriedades melhoram.

**Tabela 4** - Ensaio de caracterização de argamassa.

Testes	Estado fresco		Estado endurecido	
	Cs (cm)	Da (g.cm <sup>-3</sup> )	RC (MPa)	Aa (%)
Pad	202±2	2,06	2,2	15,5
A	222±2	2,05	2,1	26,4
B	189±2	1,91	1,4	28,4
C	252±2	1,91	2,4	24,8
D	180±1	1,88	2,3	21,6

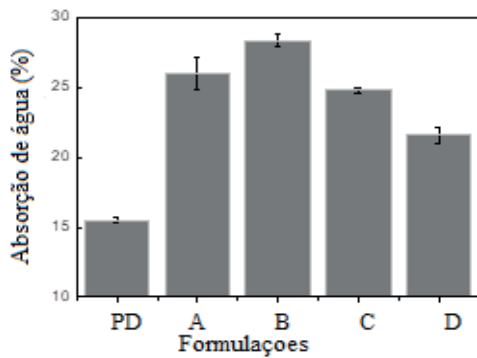
Fonte: dados da pesquisa

Cs: consistência; Da: Densidade aparente;

Rs: Resistência mecânica à compressão;

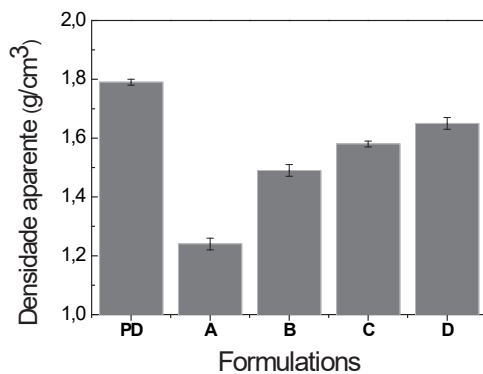
AA: Absorção de água

**Figura 3** - absorção de água das formulações.



Fonte: dados da pesquisa

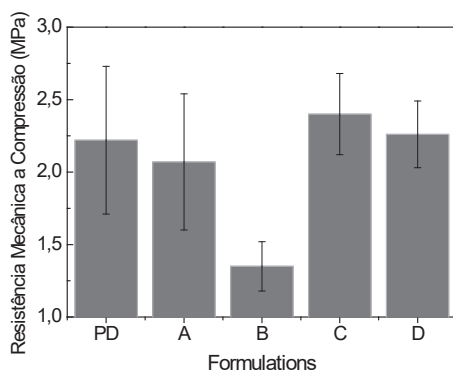
**Figura 4** - Massa específica aparente das formulações.



Fonte: dados da pesquisa

Conforme apresentado na Figura 5, a resistência sofreu queda com a substituição da areia pela argila em A e B. À medida que a areia foi incorporada acima de 50% em C e D, a resistência voltou a aumentar.

**Figura 5** - Resistência mecânica à compressão das formulações.



Fonte: dados da pesquisa

Foi avaliado o comportamento das argamassas aplicadas na parede e todas apresentaram fissuras, com exceção das formulações padrão e D. Na Figura 6 é apresentado a aplicação das argamassas na parede para avaliação de desempenho.

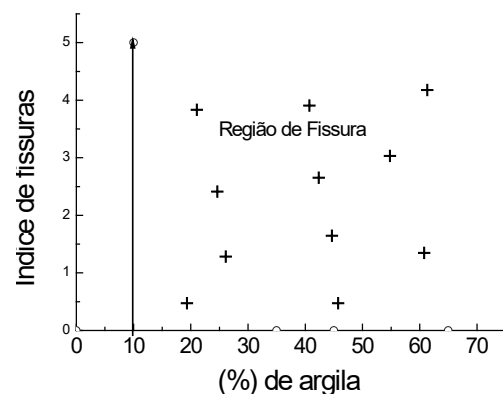
**Figura 6** - Aplicação da argamassa.



Fonte: dados da pesquisa

Na Figura 7 é apresentado um gráfico em que se define uma região de fissuras provocada pela incorporação de argila. Pode-se observar que o índice de trincas ocorreu com argila acima de 10%.

**Figura 7** - índice de fissuras em relação ao teor de argila.



Fonte: dados da pesquisa

## CONCLUSÕES

A argila apresentou plasticidade média, sendo necessária mais água do que a argamassa

tradicional, o que contribuiu para o aparecimento de trincas. Assim, foi necessário reduzir drasticamente o teor de argila nas formulações para minimizar as fissuras. Por sua vez, o acréscimo de água favoreceu a queda da resistência e da densidade aparente e aumento da absorção de água.

Verificou-se que só é possível utilizar a argila em argamassas de reboco de traço cimento: cal: areia em porcentagens da ordem de 5 a 10%, mas que pode ser importante essa economia para locais em que não existem matérias-primas disponíveis, como areia e cal, visto que os tratamentos necessários para uso são mínimos.

## REFERÊNCIAS

- AMOROS, J.L., SANCHES, G., JAVIER. 3ª ed. Madrid, Manual para el control de la calidad de materias primas arcillosas. ITC, Instituto de tecnologia cerámica, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7181, Determinação da granulometria, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6459, Determinação do limite de plasticidade de solos, Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 11579:2012, Determinação da finura do cimento, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13276, Determinação do índice de consistência de argamassas, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13280, Determinação da densidade no estado endurecido, 2005.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM D4318, 2010: Standard test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM D 2974: Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Organic Soils, 1992.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM- Standard Test Method for Methylene Blue Index of clay, C-837, 1992.
- BRAVO, D.R.; Dissertação de Mestrado, *Conservação de Edifícios em Terra: Argamassas de Reboco*; INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, Lisboa, 2017.
- BARROS, M. M. B. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo. Tese (Doutorado em engenharia civil) Escola Politécnica, USP, 1996.
- BOUSSEN, S., D. Sghaqier, F. Chaabani, B. Jamoussi, A. Bennour. Characteristics and industrial application of the lower cretaceous clay deposits (Buhedma formation), southeast Tunisia: Potential use for the manufacturing of ceramic tiles and bricks, *Applied Clay Science*, v. 123, pp. 210-221, 2016.
- CELIK, H. Technological characterization and industrial application of two Turkish clays for the ceramic industry. *Applied Clay Science*, 50, pp. 245-254, 2010.
- EIRES, R.; Cardoso, C.; Camões, A. Argamassas de terra e cal reforçadas com fibras naturais. In: Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, Guimarães, Portugal (CD)2014.
- GOMES, M. I., T. Gonçalves e P. Faria, The compatibility of earth-based repair mortars with rammed earth substrates”, HMC2013. Historic Mortars Conference, University of West Scotland, Glasgow, Sept 2013.
- LIMA, J.; FARIA, P.; SANTOS SILVA, A. Earthen Plasters Based on Illitic Soils from Barrocal Region of Algarve: Contributions for Building Performance and sustainability. *Key Engineering Materials*, v. 678, p. 64-77, 2016.
- MAESTRELLI, S. C.; Roveri, C. D.; Nunes A. et al., Estudo da caracterização de argilas não plásticas da região de poços de caldas, *Cerâmica*, v. 59, n. 350, abril/junho, 2013.
- MAHMOUDI, S.; BENNOUR A.; SRASRA, E., ZARGOUNI, F. Characterization, firing behavior and ceramic application of clays from the Gabes region in South Tunisia”, *Applied Clay Science*, v. 135, pp. 215-225, 2017.



NETO J. S. A.; SILVA, V. S.; Influência da sequência de mistura nas propriedades da argamassa industrializadas; in.: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, São Paulo, agosto, 2017.

NOOR, ul-Amin; Use of clay as a cement replacement in mortar and its chemical activation to reduce the cost and emission of greenhouse gases, *Construction and Building Materials*, v 34, pp. 381-384, 2012.

OLIVEIRA, H. A.; Avaliação do potencial de argilas de Sergipe e Alagoas na produção de agregados para uso em concreto. *Revista Cerâmica*, 63, 2017.

PETRUCCI, E. G. R. *Materiais de construção*, editora globo, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, T. R. A. *Argamassas de terra para rebocos interiores- Ensaio de caracterização e influência da formulação*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2014.