

## Obtenção de compósitos cerâmico contendo resíduo de gesso, argilito e argila proveniente da extração de gipsita em Araripina no semiárido pernambucano

Pâmela Bento Cipriano<sup>a</sup>, Ana Vitória Freire Neves<sup>b</sup>, Andréa de Vasconcelos Ferraz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Pesquisa em Ciência dos Materiais - IPCM

<sup>b</sup> Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental - CENAMB

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro, Bahia, Brasil

\*e-mail: [pamela.ufcg@gmail.com](mailto:pamela.ufcg@gmail.com)

### Resumo

Uma alternativa para buscar o desenvolvimento regional e aumento da competitividade do Polo Gesseiro do Araripe, está relacionada à pesquisa dos recursos locais. O trabalho visa à produção de compósitos cerâmicos utilizando argila residual (C) e argilito (A) gerados em grandes volumes durante a extração da gipsita e resíduo de gesso (G) obtido da fabricação de placas. Foram incorporados 40 e 50% de argilito e teores de 5 e 10% de resíduo de gesso. Melhores resultados foram obtidos nos compósitos contendo argilito e 5% de resíduo de gesso sinterizados a 1050°C. Os resíduos apresentaram um elevado potencial para ser usado como matérias-primas de menor custo, além de contribuir com a redução do impacto ambiental na região.

**Palavras-chave:** argila, Araripina, argilito, gipsita.

## 1. INTRODUÇÃO

A extração do minério gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ocorre em nove estados brasileiros, no entanto as principais jazidas pertencem à região do Polo Gesseiro do Araripe em Pernambuco, abrangendo principalmente as cidades de Araripina, Trindade, Ouricuri, Ipubi e Bodocó. Uma das principais características da gipsita extraída do Araripe é o seu elevado teor de pureza (88% a 98%), e quando calcinada perde cerca de 1,5 moléculas de água, transformando-se em gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), muito utilizado principalmente em aplicações na área de construção civil (Oliveira e Shinohara, 2014).

Segundo dados do Anuário Mineral do Estado de Pernambuco a produção de gipsita bruta foi de 2.115.996 toneladas em 2016 representando uma importância econômica para o Estado, no entanto essa atividade gera grandes quantidades de resíduos, durante a extração do minério e na fabricação dos seus produtos. Esses resíduos causam grandes impactos na sustentabilidade do meio ambiente e o desafio é realizar o seu aproveitamento. Estudo mostrou como alternativa para minimizar os impactos ambientais a incorporação de 5% de resíduo de gipsita em massa de cerâmica vermelha, foram produzidos corpos de prova prensados e em seguida sinterizados a 1200 e 1250°C. Os resultados mostraram uma absorção de água adequada a um material de grés, enquanto que o comportamento mecânico não atingiu o valor mínimo de 32 MPa (Lima et al., 2016).

O município de Araripina fica localizado a 683,8 km da capital, nesse local os resíduos minerais gerados após a extração da gipsita são formados basicamente por camadas de argila ou argilito que compõem o capeamento estéril ou

minério de baixo teor que são considerados como minerais de baixo valor econômico na jazida, esses materiais são motivos de problemas, pois é necessário movimentar cada vez mais material para obtenção do minério, logo estudos tem buscado o avanço tecnológico para o aproveitamento desse resíduo buscando o desenvolvimento regional (Bastos, 2013).

Estudo realizado com o material argiloso retirado da extração de gipsita coletado em uma mineradora localizada no município de Araripina utilizou a argila e teores de 5 e 10% de resíduo de gesso para produção de produtos de cerâmica vermelha. Os melhores resultados foram obtidos com a adição de 5% de resíduo de gesso nas amostras queimadas a 800°C apresentando propriedades semelhantes à argila pura. A utilização de materiais residuais permite a redução dos impactos ambientais e a possibilidade de novas formulações para produtos de cerâmica vermelha (Cipriano; Rezende; Ferraz, 2019).

O argilito é uma rocha de origem sedimentar de grãos finos e laminados, contendo feldspato, quartzo, argilominerais e clorita, a sua composição química e mineralógica é similar às das argilas podendo atuar como um inerte durante a secagem e apresenta, durante a queima, comportamento físico-químico similar ao da argila (Candido, 2012). Estudos mostraram propriedades adequadas em aplicações do argilito em formulações para fabricação de telhas (Vieira; Emiliano, 2013; Vieira; Pinheiro, 2013). Foi desenvolvida uma massa cerâmica contendo argilas cauliniticas, chamote e argilito para a obtenção de pavimento intertravado tipo adoquim. Os resultados indicaram que a adição de 50% de argilito diminuiu

a absorção de água e a retração dos corpos de prova, enquanto o chamote não alterou de forma significativa as propriedades (Candido et al., 2013). O argilito de Santa Gertrudes-SP apresentou resultados satisfatórios na substituição de feldspato potássico em formulações para produção de porcelanato. Este proporcionou a gresificação em temperaturas menores, redução na absorção de água e maior resistência mecânica e deformação pirolástica (Hoffmann; Santos; Morelli, 2012).

Neste contexto, este trabalho avaliou a incorporação de 40 e 50% de argilito em corpo de prova contendo 5 e 10% de resíduos de gesso proveniente da indústria de placas e argila residual obtida durante a extração da gipsita para produção de compósitos buscando viabilizar a utilização desses materiais como alternativa para aplicação na indústria de cerâmica vermelha. Foram avaliados o efeito do teor de resíduo de gesso e argilito adicionados nas propriedades físicas e mecânicas das amostras, visando agregar valor a esses materiais de baixo custo e reduzir a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais residuais utilizados foram: argilito (A), argila (C) e resíduo de gesso (G). O argilito e a argila foram obtidos na etapa de extração da gipsita e fornecidos pela Ecogesso Indústria e Comércio LTDA, no município de Araripina-PE. O resíduo de gesso foi coletado em uma empresa de produção de placas em Juazeiro-Ba.

A argila foi seca em estufa à temperatura de 60°C durante 24 h. Em seguida, a homogeneização e a desagregação da amostra foram realizadas manualmente em um almofariz. Enquanto que o argilito e o resíduo de gesso foram submetidos à moagem em um moinho de bolas (Pavitest).

O teor de umidade da argila e do argilito *in natura* foi determinado de acordo com a norma NBR 6457 (1986). A composição química da argila e do argilito foram obtidos através da espectroscopia dispersiva de energia (EDS) em um equipamento Oxford (X-act) acoplado ao microscópio eletrônico de varredura e complementada pela análise química para determinação dos elementos (Cu, Fe, Mn, Zn), matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC) e pH.

A morfologia da argila e do argilito *in natura* foi analisada por microscopia ótica em um estereoscópio da marca Marte usando luz refletida e através da microscopia eletrônica de varredura em um microscópio (Tescan, modelo Vega 3XMU) com ampliações de 10.000×. As amostras foram recobertas com ouro durante 10 min com uma corrente de 15mA·5min<sup>-1</sup>, utilizando um equipamento Quorum (Q150R ES).

Para a confecção dos corpos de prova as matérias-primas foram utilizadas nas granulometrias: passante na peneira ABNT N° 80 para a argila, na peneira ABNT N° 100 para o resíduo de gesso e na peneira ABNT N° 16 para o argilito. Foi adicionado 10% de água destilada no preparo da massa para a conformação dos corpos de prova por prensagem uniaxial em forma de barras retangulares de

60 x 20 x 5mm<sup>3</sup>, em molde de aço sob pressão de 20 MPa. A Tabela 1 mostra as composições dos corpos de prova.

Os corpos de prova preparados com argila contendo 40 e 50% de argilito, e adicionados 5 e 10% de resíduo de gesso, foram secos em estufa a 110°C por 24 h e sinterizados em forno do tipo mufla a 800 e 1050°C durante 2 h. Após a queima, os corpos de prova foram submetidos às seguintes caracterizações: a densidade aparente a seco, a porosidade, a absorção total de água, a perda ao fogo, a retração linear de queima, tensão de ruptura à flexão em três pontos e a superfície de fratura foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura com magnificação de 8.000x.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os teores de umidade obtidos da argila e do argilito conforme recebido. A amostra A apresentou um menor teor de umidade devido à sua característica de rocha. Enquanto que na amostra C observou-se um teor médio de 13%, característico de materiais argilosos, pois a retenção de umidade do solo sofre interferência da quantidade de argilominerais presentes na composição mineralógica (Mile e Mitkova, 2012).

A Tabela 3 apresenta a composição química elementar média da argila e do argilito analisadas por EDS. As composições químicas, mineralógicas e a textura das argilas vermelhas interferem nas propriedades do produto final, logo o conhecimento dessas características é importante para aumentar a qualidade e diminuir os defeitos das peças acabadas, além de reduzir a perda de matéria-prima (Hettiarachchi; Motha; Pitawala, 2010). As amostras apresentam os elementos prioritários oxigênio, silício, alumínio, ferro e potássio em teores semelhantes. Nas argilas geralmente o silício está associado à sílica podendo estar na forma livre, como quartzo, ou combinada com a alumina para formar os aluminossilicatos. Os compostos de ferro estão predominantemente presentes nas argilas na forma de hidróxidos. O potássio na forma de óxido tem a função de fundente agindo na formação de fase líquida importante durante a etapa de densificação do

**Tabela 1.** Composições dos corpos de prova.

Amostra	C (%)	A (%)	G (%)
CA40	60	40	0
CA50	50	50	0
CA40G5	55	40	5
CA40G10	40	40	10
CA50G5	45	50	5
CA50G10	40	50	10

\*C – argila, A – argilito e G – resíduo de gesso

**Tabela 2.** Teor de umidade da argila e do argilito.

Amostra	Teor de umidade (%)
A	8,40 ± 0,27
C	13,30 ± 0,04

corpo cerâmico que ocorre na sinterização (Souza; Vieira; Monteiro, 2008).

A Tabela 4 apresenta a análise química das amostras obtidas por métodos químicos. Os resultados complementam a análise semi-quantitativa realizada por EDS. Foi observado pH ácido nas amostras. A maior quantidade de matéria orgânica foi da amostra C. Os elementos (Cu, Mn e Zn) complementam a composição química das amostras. Quanto maior a capacidade de troca de cátions (CTC) maior será a facilidade de reações desses cátions com o meio. A capacidade de troca catiônica é uma propriedade importante das argilas, pois pela troca de cátions pode-se modificá-las quimicamente interferindo diretamente sobre suas propriedades físico-químicas e possíveis aplicações tecnológicas (Teixeira-Neto e Teixeira-Neto, 2009).

A Figura 1 apresenta as micrografias dos resíduos de argilito e argila. As características dos materiais naturais que contém argila dependem dos locais de origem e das condições em que se formaram, pois a composição dos argilominerais pode variar (Teixeira-Neto e Teixeira-Neto, 2009). A amostra A apresenta uma coloração cinza e estrutura em forma de lâminas paralelas e a amostra da argila C apresenta uma coloração avermelhada sem a presença de restos vegetais sugerindo ser uma camada mais interna em relação à superfície.

A Figura 2 apresenta as micrografias referentes às amostras de argila e argilito *in natura*. Observou-se nas micrografias a presença de pequenos aglomerados com textura característica das argilas e presença possivelmente de grãos de quartzo (Vieira e Monteiro, 2003). As composições mineralógica e química dos solos apresentam influência na dispersão da argila (Vitorino et al., 2003). Resultados semelhantes obtidos na literatura corroboram com as características dos materiais estudados devido à provável resistência para dispersar dos materiais argilosos, pois os microagregados de alta estabilidade formados na presença de agentes cimentantes como matéria orgânica e óxidos de ferro e alumínio, geralmente não fragmentam durante as etapas de desaglomeração e as partículas possuem um diâmetro correspondente ao das frações silte ou areia (Corá; Fernandes; Garrido, 2009).

A Tabela 5 mostra a retração linear de queima e a perda ao fogo das amostras sinterizadas a 800 e 1050°C. Foi observada em todas as amostras uma maior retração linear com o aumento da temperatura de queima, esse comportamento era esperado e indica uma melhor sinterização dos corpos de prova em temperaturas maiores (Gaspareto e Teixeira, 2017). Logo, ocorreu uma melhor densificação dos corpos de prova reduzindo a porosidade e a absorção de água. O aumento na retração foi mais significativo com a incorporação do resíduo de gesso

**Tabela 3.** Resultado semi-quantitativo dos elementos presentes analisados por EDS.

Amostra	Teores de elementos presentes (% em massa)										
	O	Si	Al	Fe	K	Mg	Pb	Ba	Co	Ni	Tl
A	52,9	22,2	10,4	4,0	1,8	1,1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3
C	58,5	26,6	9,0	4,6	1,3						

**Tabela 4.** Análise química do argilito e da argila.

Amostra	pH (H <sub>2</sub> O)	Matéria orgânica (g·kg <sup>-1</sup> )	CTC (cmol·dm <sup>-3</sup> )	Cu (mg·dm <sup>-3</sup> )	Fe (mg·dm <sup>-3</sup> )	Mn (mg·dm <sup>-3</sup> )	Zn (mg·dm <sup>-3</sup> )
A	5,90	2,60	16,42	3,10	46,60	28,30	23,80
C	6,3	9,30	20,77	8,10	196,00	31,00	7,50



(a)

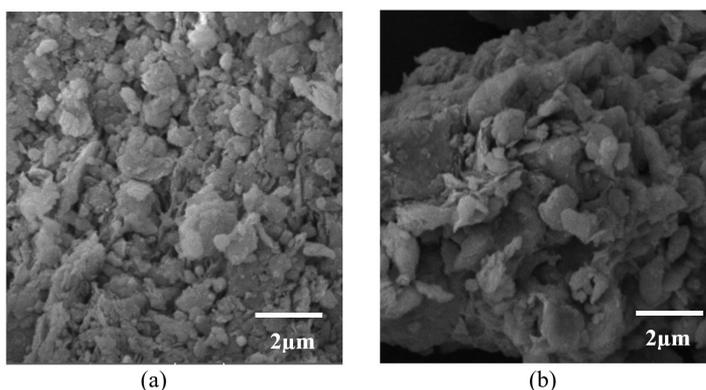


(b)

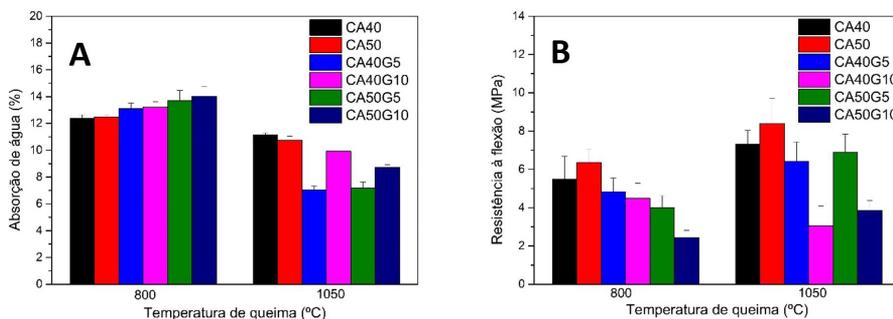
**Figura 1.** Micrografias obtidas por microscopia ótica das amostras *in natura* com magnificação de 20x: a) argilito (A) e b) argila (C).

**Tabela 5.** Retração linear de queima e perda ao fogo dos corpos de prova sinterizados.

Amostra	Retração linear de queima (%)		Perda ao fogo (%)	
	800 (°C)	1050 (°C)	800 (°C)	1050 (°C)
CA40	0,69 ± 0,41	1,50 ± 0,24	8,83 ± 0,18	12,96 ± 0,15
CA50	0,58 ± 0,40	1,45 ± 0,41	9,05 ± 0,17	13,43 ± 0,06
CA40G5	0,97 ± 0,28	3,68 ± 0,22	12,25 ± 0,73	10,93 ± 0,21
CA40G10	0,88 ± 0,24	3,05 ± 0,27	12,48 ± 0,38	13,07 ± 0,39
CA50G5	1,02 ± 0,35	4,13 ± 0,43	12,72 ± 0,28	11,19 ± 0,25
CA50G10	1,37 ± 0,27	4,01 ± 0,39	12,79 ± 0,42	12,76 ± 0,19



**Figura 2.** Micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura de argilito e da argila *in natura* com aumento de 10.000x: a) A; b) C.



**Figura 3.** Propriedades das amostras sinterizadas a 800 e 1050°C: a) Absorção de água e b) Resistência à flexão.

independente da temperatura quando comparado com as formulações contendo apenas argilito.

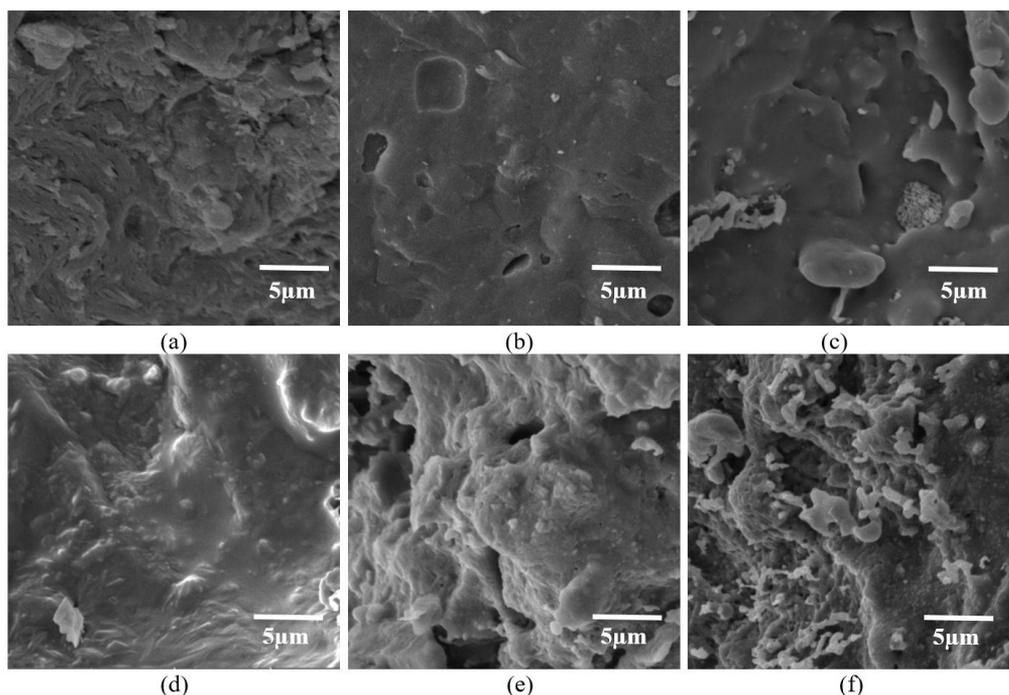
A perda ao fogo foi maior com a adição de gesso quando comparado com as composições com o argilito na temperatura de 800°C independente do teor de gesso. Os corpos de prova sinterizados a 1050°C não apresentaram uma influência significativa no comportamento devido à composição. A perda ao fogo representa a perda de massa em relação à temperatura de queima atribuído principalmente pela liberação das águas presentes nos argilominerais, das transformações químicas e físicas que ocorrem no material durante a sinterização e da decomposição de compostos voláteis como matéria orgânica, carbonatos, sulfetos e sulfatos (Dutra et al., 2008).

A Tabela 6 apresenta a porosidade e a densidade aparente a seco dos corpos de prova sinterizados. Em 800°C a porosidade dos corpos cerâmicos aumenta com a

incorporação do gesso, bem como a retração linear e a absorção de água. Enquanto que a 1050°C a porosidade diminui com a adição de gesso nas composições, a retração aumenta e a absorção não mostra uma tendência clara de comportamento.

A incorporação de gesso pouco influenciou a densidade aparente a seco provavelmente devido ao pequeno teor adicionado. Observou-se uma densidade aparente em média de 2g·cm<sup>-3</sup> em todas as composições estudadas. Quando a temperatura de queima aumentou de 800 para 1050°C a porosidade diminuiu indicando uma melhor sinterização na temperatura de 1050°C. Essa redução foi mais significativa com a incorporação de gesso nas formulações.

A Figura 3 mostra a absorção de água e a resistência à flexão obtida nos corpos de prova sinterizados. Nos corpos de prova sinterizados a 800°C a absorção de água não



**Figura 4.** Micrografias da superfície de fratura das amostras sinterizadas a 1050°C: a) CA40, b) CA50, c) CA40G5, d) CA40G10, e) CA50G5 e f) CA50G10.

**Tabela 6.** Porosidade e densidade aparente a seco dos corpos de prova sinterizados

Amostra	Porosidade (%)		Densidade aparente a seco (g·cm <sup>-3</sup> )
	800 (°C)	1050 (°C)	
CA40	12,39 ± 0,26	11,16 ± 0,12	2,13 ± 0,02
CA50	12,49 ± 0,16	10,74 ± 0,30	2,10 ± 0,04
CA40G5	13,10 ± 0,41	7,03 ± 0,29	2,12 ± 0,05
CA40G10	13,22 ± 0,41	9,93 ± 0,15	2,15 ± 0,15
CA50G5	13,68 ± 0,77	7,19 ± 0,45	2,08 ± 0,03
CA50G10	14,03 ± 0,71	8,71 ± 0,20	2,05 ± 0,03

foi influenciada de forma significativa em relação às composições, enquanto que a 1050°C as amostras contendo 40 e 50% de argilito e 5% de resíduo de gesso apresentaram uma redução na absorção em relação às demais composições. A absorção de água com a adição de 10% de resíduo de gesso na temperatura de 1050°C foi semelhante às formulações apenas com argilito. Resultados semelhantes para absorção de água em torno de 7% em amostras contendo 5% de gesso sinterizadas a 1050°C foram reportados na literatura para aplicação em telhas no Estado do Piauí (Monteiro; Nascimento; Martinelli, 2009).

O incremento da temperatura proporciona uma maior resistência mecânica devido aos mecanismos de sinterização que aumenta a densificação dos corpos cerâmicos. De maneira geral a resistência à flexão reduziu com a incorporação de gesso independente da temperatura de queima. Na temperatura de 800°C as composições apresentaram resultados semelhantes com

exceção do composto contendo 50% de argilito e 10% de resíduo de gesso.

Nas amostras que foram incorporadas o resíduo de gesso tanto com 40 e 50% de argilito na temperatura de 1050°C, a adição de 5% de resíduo de gesso possibilitou maiores resistência mecânica e menor absorção de água quando comparado ao teor de 10%. Esse comportamento era esperado visto que uma menor absorção de água pode estar relacionada com um melhor o empacotamento das partículas após a conformação indicando que o teor de 5% de resíduo de gesso pode favorecer esse comportamento ou com a redução da porosidade devido à sinterização do material proporcionando uma maior resistência mecânica. Em estudo realizado pelo grupo de pesquisa utilizando as mesmas matérias-primas em compostos contendo 5% de resíduo de gesso sinterizado a 1050°C foi reportado uma média de 2,8 MPa de resistência à flexão (Cipriano; Rezende; Ferraz, 2019). Logo, a presença do argilito

nesses compósitos proporcionou melhorias importantes no comportamento mecânico para aplicações cerâmicas.

A Figura 4 apresenta as micrografias das superfícies de fratura das amostras sinterizadas a 1050°C. As amostras com apenas argilito (CA40 e CA50) apresentaram poucos poros e regiões bem densificadas. A incorporação de 5% de resíduo de gesso nas amostras indicou uma melhor sinterização com a redução dos defeitos e da porosidade na estrutura em relação a 10% de gesso. Estas características microestruturais contribuí com os resultados da resistência mecânica (Figura 3).

#### 4. CONCLUSÕES

Os principais elementos presente no argilito e na argila forma silício, alumínio, ferro e potássio em teores semelhantes. Os compósitos contendo argilito e 5% de gesso sinterizados a 1050°C apresentaram uma redução na absorção de água e aumentou a resitência à flexão em relação ao teor de 10% de resíduo de gesso. A argila residual, o argilito e o resíduo de gesso são materiais potenciais para serem utilizados como matérias-primas de baixo custo e contribui para redução dos impactos ambientais gerados na cadeia produtiva da gipsita.

#### AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela concessão da bolsa de pós-doutorado (PNPD). A Ecogesso pela doação dos materiais residuais: argila e argilito.

#### REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaio de compactação e ensaios de caracterização (Determinação do teor de umidade de solos), Rio de Janeiro, RJ (1986).

BASTOS, F. F. **Dissertação de Mestrado**, Centro de Tecnologia e Geociência, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2013.

CANDIDO, V. S. **Dissertação de Mestrado**, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.

CANDIDO, V. S.; PINHEIRO, R. M.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. **Desenvolvimento de adoquim cerâmico com argilas caulínicas, chamote e argilito**. *Cerâmica*, v. 59, p. 310–316, 2013.

CIPRIANO, P. B.; REZENDE, R. T. O. DE; FERRAZ, A. DE V. **Produção de cerâmica vermelha utilizando argila da mineração de gipsita e resíduo de gesso**. *Acta Brasiliensis*, v. 3, n. 1, p. 25–29, 2019.

CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; GARRIDO, J. M. **Adição de areia para dispersão de solos na análise granulométrica**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 1, p. 255–262, 2009.

DUTRA, R. P. S.; SILVA, J. B.; VARELA, M. L.; NASCIMENTO, R. M.; GOMES, U. U.; PASKOCIMAS, C. A. **Avaliação da**

**potencialidade de argilas do rio grande do norte, brasil. parte-II: propriedades tecnológicas**. *Cerâmica Industrial*, v. 13, p. 47–50, 2008.

GASPARETO, M. G. T.; TEIXEIRA, S. R. **Utilização de resíduo de construção civil e demolição (RCD) como material não plástico para a produção de tijolos cerâmicos**. *Cerâmica Industrial*, v. 22, n. 2, p. 40–46, 2017.

HETTIARACHCHI, P.; MOTH, J. T. S.; PITAWALA, H. M. T. G. A. **Identification of an appropriate body composition for red clay products**. *Cerâmica*, v. 56, p. 285–290, 2010.

HOFFMANN, F. S.; SANTOS, G. DOS; MORELLI, M. R. **Estudo de fundente e argilito com potencial para uso em formulações de porcelanato**. *Cerâmica*, v. 58, p. 174–185, 2012.

LIMA, T. C.; SOUZA, M. M.; ALMEIDA, A. B. D.; FARIAS, D. S. U.; NÓBREGA, L. F. P. M.; MENDES, L. B. **Aplicação de resíduos de gipsita em formulações de massas cerâmicas**. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECiMat), Natal – RN, 2016.

MILE, M.; MITKOVA, T. **Soil Moisture Retention Changes in Terms of Mineralogical Composition of Clays Phase**. In: *Clay Minerals in Nature – Their Characterization, Modification and Application Many*. InTech, p. 101–118, 2012.

MONTEIRO, C. M. O. L.; NASCIMENTO, R. M.; MARTINELLI, A. E. **Influência da Gipsita no Surgimento de Eflorescência em Telhas Cerâmicas**. *Cerâmica Industrial*, v. 14, n. 4, p. 35–40, 2009.

OLIVEIRA, M. A. C.; SHINOHARA, A. H. **A experiência com gás natural/GLP no polo geossidero do Araripe, PE**. *Cerâmica*, v. 60, p. 243–253, 2014.

SOUZA, C. C. I.; VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N. **Alterações microestruturais de cerâmica argilosa incorporada com rejeito de minério de ferro**. *Revista Matéria*, v. 13, n. 1, p. 194–202, 2008.

TEIXEIRA-NETO, É.; TEIXEIRA-NETO, Â. A. **Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado**. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 809–817, 2009.

VIEIRA, C. M. F.; EMILIANO, J. V. **Incorporação de pó de rocha sedimentar em massas para telhas cerâmicas - Parte 1 : Efeitos nas propriedades físicas e mecânicas**. *Cerâmica*, v. 59, p. 389–394, 2013.

VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N. **Influência da temperatura de queima na microestrutura de argilas de Campos dos Goytacazes-RJ**. *Cerâmica*, v. 49, p. 6–10, 2003.

VIEIRA, C. M. F.; PINHEIRO, R. M. **Incorporação de rocha sedimentar em pó em massas para telhas cerâmicas - Parte 2 : avaliação microestrutural**. *Cerâmica*, v. 59, p. 495–500, 2013.

VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; CURTI, N.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; MOTTA, P. E. F. **Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da Região Sudeste do Brasil**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 1, p. 133–141, 2003.