

ESTUDO DA OBTENÇÃO DE MATERIAIS CERÂMICOS PROVENIENTES DA ADIÇÃO DE LODO DE ETA À ARGILA: CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Felipe Pires CHAVES¹
Elton Aparecido Prado dos REIS²

RESUMO: Nos processos de tratamento de águas, em sua grande maioria realizados nas estações de tratamento de água (ETAs), tem-se a geração em grande quantidade dos resíduos úmidos denominados “lodo de ETA”. Este artigo visa fazer uma breve explanação sobre o lodo, argila e materiais cerâmicos, seguida do detalhamento da metodologia sobre a preparação de amostras e das análises desenvolvidas de massa específica e porosidade aparentes, absorção de água e análise textural. As amostras foram produzidas variando as proporções de 100/0 até 10/90, referindo-se à porcentagem de argila e lodo em massa, respectivamente. Foi possível constatar que a adição de lodo provocou diminuição da massa específica aparente das amostras, com aumento dos índices de absorção de água e porosidade aparente. Mesmo com este comportamento, os materiais desenvolvidos apresentaram índices de absorção de água dentro dos limites estabelecidos pela NBR 15270-1, das proporções de 100/0 até 30/70. Por meio da análise textural, verificou-se que as amostras de argila analisadas apresentam elevada plasticidade, evidenciando a possível utilização do lodo de ETA como um desplastificante.

Palavras-chave: Lodo. Argila. Caracterização. Novo material. Apelo ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de água é um procedimento de elevada importância, pois permite a utilização dessa substância nas condições ideais para as atividades e processos dos seres humanos. A água captada nos corpos hídricos passa por subsistemas, dentre os quais destacam-se as estações de tratamento de água (ETAs) (REALI, 1999).

¹ Discente do 3º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. felipepireschaves@gmail.com Bolsista do Programa de Iniciação Científica Toledo.

² Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais do programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Materiais (POSMAT) da Universidade Estadual Paulista. elton.reis@toledoprudente.edu.br Orientador do trabalho.

Nas ETAs, o sistema mais comumente utilizado é o sistema completo ou tradicional de tratamento, que engloba as etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração, tendo como objetivo a retirada das partículas em suspensão e em solução presentes na água captada, para que esta alcance os padrões de potabilidade (REALI, 1999).

Como subproduto destes tratamentos, são originados resíduos úmidos durante a fase de decantação, também denominados lodo de decantadores ou lodo de ETA. A NBR 10004:2004 caracteriza o lodo de ETA como resíduo sólido, classe IIA (não inerte), aconselhando-se que seja previamente tratado antes de sua disposição, a fim de que se evitem danificações no ambiente como assoreamento, alteração na turbidez, cor e composição química da água do corpo receptor, e também possíveis contaminações do lençol freático (REIS et al., 2007).

Teixeira (2006) caracterizou o lodo de ETA de Presidente Prudente como rico em argilas, produtos químicos (devido aos coagulantes utilizados) e matéria orgânica, sendo sua composição semelhante à das argilas cauliníticas utilizadas pelas indústrias cerâmicas. O autor também destaca que a composição granulométrica do lodo pode variar de acordo com o nível do rio do qual a água é captada.

Da mesma forma, Oliveira, Machado e Holanda (2004) realizaram estudo de caracterização do lodo da região de Campos dos Goytacazes (RJ), identificando propriedades físico-químicas similares à de algumas argilas utilizadas para fabricação de cerâmicas na região. Também Santos et al. (2000) verificaram propriedades químicas do lodo de ETA de São Leopoldo (RS) análogas às propriedades de argilas utilizadas para a confecção de artefatos cerâmicos.

Argilas são materiais constituídos de argilominerais ou minerais argilosos, matéria orgânica, minerais não-argilosos, como o quartzo e óxidos de ferro, e possíveis impurezas. Os argilominerais são classificados como filossilicatos (silicatos com estrutura cristalina em camadas) e são compostos por silicatos hidratados de alumínio, ferro ou magnésio. A diferenciação dos argilominerais ocorre pelo tipo de estrutura e por suas possíveis substituições iônicas. São esses minerais que vão definir as propriedades das argilas, como plasticidade, retração linear de secagem e resistência mecânica, influenciando em suas aplicações. A caulinita é o principal mineral encontrado nas argilas utilizadas pela indústria da cerâmica vermelha (COELHO, SANTOS, 2007; SOUZA, 2008; TEIXEIRA, 2006).

A Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM) define cerâmica como “cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas”.³

Na perspectiva do estudo de materiais, as cerâmicas são materiais formados por elementos metálicos e não metálicos, com ligações totalmente ou predominantemente iônicas, com certa característica covalente. Os materiais cerâmicos são utilizados em refratários, sensores, abrasivos e componentes tecnológicos. Além disso, as cerâmicas produzidas a partir de argilas são constantemente aplicadas na construção civil, como os tijolos e azulejos (CALLISTER, RETHWISCH, 2015; ASKELAND, WRIGHT, 2015).

Propõe-se no presente artigo dar continuidade ao trabalho publicado por Chaves e Reis (2016), com o estudo acerca da viabilidade da mistura de lodo de ETA com argila sedimentar para a confecção de materiais cerâmicos, mediante às análises de absorção de água, massa específica e porosidade aparentes, e também de análise textural da argila utilizada.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Experimental

2.1.1 Preparação das amostras

A preparação das amostras iniciou-se com a prensagem de corpos de prova (CPs), com posterior secagem e sinterização dos mesmos à 950°C. Os corpos de prova foram produzidos em triplicata, por meio do cálculo de proporção de porcentagens em massa de cada material, variando em proporções de 100/0 até 10/90, referindo-se à porcentagem de argila e lodo em massa, respectivamente. Com base em trabalhos já desenvolvidos, foram confeccionados CPs com 20

³ Disponível em: <http://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>.

gramas de massa. A partir deste dado e as proporções acima citadas, foram determinadas as proporções descritas na Tabela 1.

TABELA 1 – Valores das massas de argila e lodo adicionadas em cada proporção das amostras.

Proporções Argila/Lodo (%)	Argila (g)	Lodo (g)
100/0	60,0	0,0
90/10	54,0	6,0
80/20	48,0	12,0
70/30	42,0	18,0
60/40	36,0	24,0
50/50	30,0	30,0
40/60	24,0	36,0
30/70	18,0	42,0
20/80	12,0	48,0
10/90	6,0	54,0

Fonte: O autor.

As amostras foram obtidas pela pesagem das quantidades desejadas de argila e lodo separadamente, em balança semi-analítica BL3200H de marca SHIMADZU. As quantidades anteriormente pesadas foram transferidas para recipiente de alumínio, misturadas com espátula e armazenadas em sacos plásticos.

FIGURA 1 – Amostra 50/50 após a mistura de argila e lodo.



Fonte: O autor.

Para obtenção de plasticidade da mistura, foi realizada a adição de 20% em massa de água destilada para cada amostra. A quantidade de água

destilada foi medida em bureta, passada para béquer e adicionada ao saco plástico da amostra através de uma pipeta de Pastour. As amostras foram mantidas em agitação constante até homogeneização, e permaneceram nos sacos plásticos devidamente fechados por 3 dias, para que toda a umidade devido à adição de água destilada permanecesse na mistura de forma homogênea, garantindo sua plasticidade.

FIGURA 2 – Amostras armazenadas em sacos plásticos, no momento anterior à adição de água destilada.



Fonte: O autor.

Para a conformação dos CPs, utilizou-se prensa manual de marca CARLSONS, com uma matriz para três corpos de prova com dimensões (60 mm x 20 mm x 5 mm). As amostras foram prensadas de forma uniaxial com 7 ton e à uma pressão de compactação de 19 MPa.

FIGURA 3 – Prensa manual utilizada para prensagem dos corpos de prova.



Fonte: O autor.

FIGURA 4 – Corpos de prova das amostras 40/60 a 100/0 após a prensagem.



Fonte: O autor.

As amostras foram colocadas para secagem em estufa de secagem e esterilização com circulação e renovação de ar SP-102 de marca SP LABOR, à temperatura de 100°C, por 24 horas, para retirar toda a umidade presente nos CPs, em consequência da adição de água destilada na mistura.

Posteriormente, as amostras foram sinterizadas em forno do tipo mufla, modelo EDG 3000 ($T_{\text{máx}}$ de 1200°C) com taxa de aquecimento de 10°C/min até a

temperatura de 950°C, permanecendo 30 minutos à 110°C e 120 minutos na temperatura máxima trabalhada.

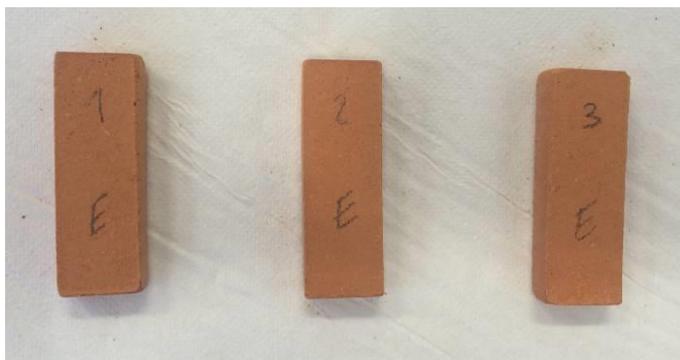
FIGURA 5 – Amostras no interior do forno tipo mufla para sinterização.



Fonte: O autor.

A temperatura de sinterização foi escolhida baseando-se em Teixeira et al. (2002), que concluíram que a temperatura de 950°C apresentou resultados satisfatórios para o material e também por esta ser a temperatura mais comum de queima das cerâmicas vermelhas. Após o término do processo de sinterização, as amostras permaneceram no interior do forno até que chegassem à temperatura ambiente, para que fossem retiradas e armazenadas em recipientes fechados, evitando a absorção da umidade local.

FIGURA 6 – Corpos de prova da amostra 50/50 após a sinterização.



Fonte: O autor.

2.1.2 Massa específica aparente

A massa específica aparente (MEA) é a razão entre a massa da peça cerâmica seca e o seu volume exterior, incluindo os poros (ASKELAND, WRIGHT, 2015, p. 489). Este volume exterior (com poros) também pode ser denominado volume aparente (V_{ap}).

Primeiramente, foram selecionadas as metades mais conservadas dos corpos de prova, previamente ensaiados pelo método de ruptura à flexão (CHAVES et al., 2017). Em seguida, as metades selecionadas foram pesadas em balança semi-analítica BL3200H de marca SHIMADZU.

Adicionou-se, então, 70 mL de água destilada em uma proveta de 100 mL de marca VIDROLABOR. Os CPs foram inseridos na proveta, observando a variação volumétrica causada, sendo calculados os volumes aparentes de cada um por meio do princípio de Arquimedes.

Dessa forma, tendo conhecimento da massa seca (m_s) e do volume aparente das amostras, a massa específica aparente foi calculada por meio da expressão:

$$MEA = \frac{m}{V_{ap}}$$

Sendo que o volume aparente pode ser igualado à massa úmida subtraída da massa imersa das amostras, conforme:

$$V_{ap} = m_u - m_i$$

2.1.3 Absorção de água

As amostras previamente utilizadas para análise de massa específica aparente foram imersas por 24 horas em água destilada, para que absorvessem a maior quantidade de água destilada possível, conforme Figura 7.

FIGURA 7 – Amostras imersas em água destilada para análise de absorção de água.



Fonte: O autor.

Após esse tempo, as amostras foram retiradas da imersão, secas superficialmente, e pesadas em balança semi-analítica BL3200H de marca SHIMADZU. Esta pesagem determina a massa úmida (m_u) das amostras, sendo a massa anterior à imersão denominada massa seca (m_s).

Dessa forma, calculou-se a absorção de água (AA) de cada amostra, conforme descrito:

$$AA(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \cdot 100$$

Portanto, a absorção de água remete ao valor de massa de água absorvida pela amostra, em porcentagem.

2.1.4 Porosidade aparente

A porosidade aparente (PA) é indicada pela razão entre o volume de poros interconectados (abertos), isto é, a massa úmida subtraída da massa seca ($m_u - m_s$), dividido pelo volume aparente (TEIXEIRA, 2006). “A porosidade aparente é uma medida da quantidade de poros interconectados e determina a permeabilidade ou a facilidade com que os fluidos escoam através da peça cerâmica porosa” (ASKELAND, WRIGHT, 2015, p. 488).

Calculou-se a porosidade aparente das amostras a partir dos valores obtidos nas análises de massa específica aparente e absorção de água, conforme expressão:

$$PA(\%) = \frac{m_u - m_s}{V_{ap}} \cdot 100$$

2.1.5 Análise textural

A análise textural tem como objetivo determinar as frações de argila, silte e areia presentes nas amostras. Esta análise permite conhecer o tipo de comportamento que o material apresentará durante sua preparação e queima, pois a plasticidade do mesmo, entre outras características, está associada à distribuição dimensional das partículas (TEIXEIRA, 2006).

A análise foi realizada junto ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solo da FCT/UNESP, de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA, empregando-se o Método da Pipeta, em amostras de argila utilizada para a fabricação de materiais cerâmicos no município de Indiana (SP). O método empregado baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo.

Inicialmente foi realizado o destorroamento de amostras de argila, deixadas para secagem ao ar por 14 dias. Posteriormente, foram pesadas em balança analítica, três amostras com 10g de argila cada, identificadas

numericamente de 1 a 3, e passadas para Erlenmeyers de 250 mL da marca ILMABOR, também numerados, como pode ser visualizado na Figura 8.

FIGURA 8 – Amostras de argila em Erlenmeyers numerados.



Fonte: O autor.

Adicionou-se então, 20 mL de água destilada com proveta de 25 mL, seguidos de 10 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1M com uma pipeta volumétrica de 10 mL, em cada Erlenmeyer. A solução de hidróxido de sódio atua como agente dispersante, reagindo com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente nas amostras, quebrando as ligações entre areia, silte e argila, e permitindo a separação destes componentes.

As vidrarias foram colocadas em mesa agitadora por 6 horas, para desagregar os diferentes grãos que compunham as amostras.

FIGURA 9 – Vidrarias em mesa agitadora, para separação das diferentes frações da amostra.



Fonte: O autor.

Passado este período, as amostras (agora nomeadas como “soluções de solo”, pois não apresentam apenas argila “pura”), foram filtradas com peneira de abertura 0,053 mm ou 270 *mesh*, em provetas de 1000 mL da marca NALGON, com auxílio de funil, sendo lavadas com água destilada até o volume de 1000 mL. Todas as frações de areia são retidas na peneira durante esse processo.

FIGURA 10 – Amostras filtradas em peneira de 270 *mesh* para retenção das frações de areia.



Fonte: O autor.

As frações de areia foram transferidas para placas de Petri (primeiramente pesadas em balança analítica e secas em estufa por 30 minutos), e secas em estufa por 14 horas a 105°C. Transcorrido o tempo, as placas foram deixadas esfriando em dessecador, e pesadas novamente em balança analítica, sendo a massa de areia determinada pela expressão:

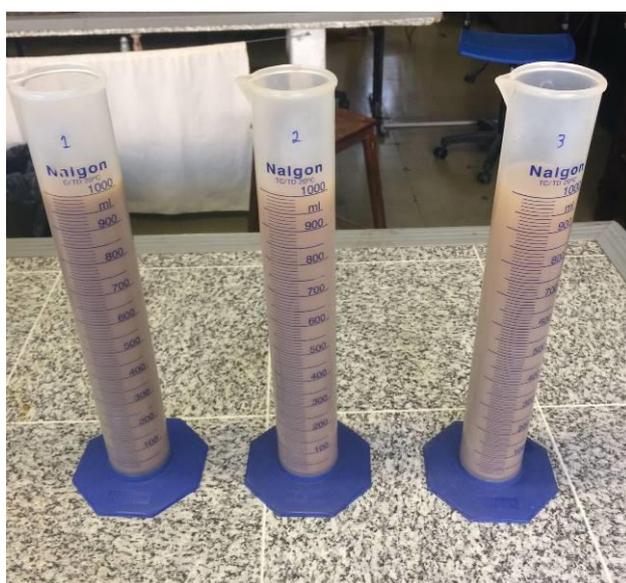
$$M_{\text{areia}} = P_2 (\text{peso da placa com areia}) - P_1 (\text{peso da placa})$$

As porcentagens de areia nas amostras são calculadas por relações de porcentagem da massa total da amostra e da massa de areia determinada.

As provetas de 1000 mL (com argila e silte), foram colocadas em um tanque, e cada amostra agitada com um bastão, por 30 segundos, deixando mais 30 segundos para iniciar a agitação da amostra seguinte. Este tempo é necessário para retirada de alíquotas no tempo correto durante o posterior processo de pipetagem.

Mediu-se a temperatura local, que era de 22°C, determinando-se o tempo da pipetagem em 3 horas e 37 minutos (tempo pré-determinado pelo método, de acordo com a temperatura local). Este período se faz necessário para que as frações de silte sedimentem, permanecendo apenas argila na região superior da proveta.

FIGURA 11 – Provetas contendo argila e silte para o processo de pipetagem.



Fonte: O autor.

Após o tempo indicado, colocou-se uma pipeta semiautomática a 5 cm de profundidade na proveta (profundidade na qual garante-se a presença exclusiva

de argila), pipetando 5 mL da solução de cada amostra. As alíquotas retiradas foram transferidas para béqueres de 50 mL da marca VIDROLABOR (previamente pesados em balança analítica e secos em estufa por 30 minutos), e adicionados 5 mL de água deionizada com a mesma pipeta semi-automática, garantindo que nenhuma parte da porção retirada permaneça no instrumento.

Os béqueres foram colocados para secagem em estufa por 24 horas a 105°C. Após este tempo, os mesmos foram pesados em balança analítica, determinando-se a massa de argila presente na amostra:

$$M_{\text{argila}} = P_2 \text{ (peso do béquer com argila)} - P_1 \text{ (peso do béquer)}$$

Determinou-se a porcentagem de argila, de acordo com a expressão:

$$\%_{\text{argila}} = (M_{\text{argila}} - 0,002) \times 2000$$

As porcentagens de silte presentes nas amostras são calculadas retirando as porcentagens de areia e de argila da totalidade da amostra.

$$\%_{\text{silte}} = 100\% - \%_{\text{areia}} - \%_{\text{argila}}$$

Os dados coletados a partir da amostra 2 foram descartados, devido à uma diferença de mais de 2% em relação às medidas das amostras 1 e 3, pois, de acordo com o laboratorista responsável, essa disparidade resulta em não confiabilidade dos dados coletados na amostra destacada.

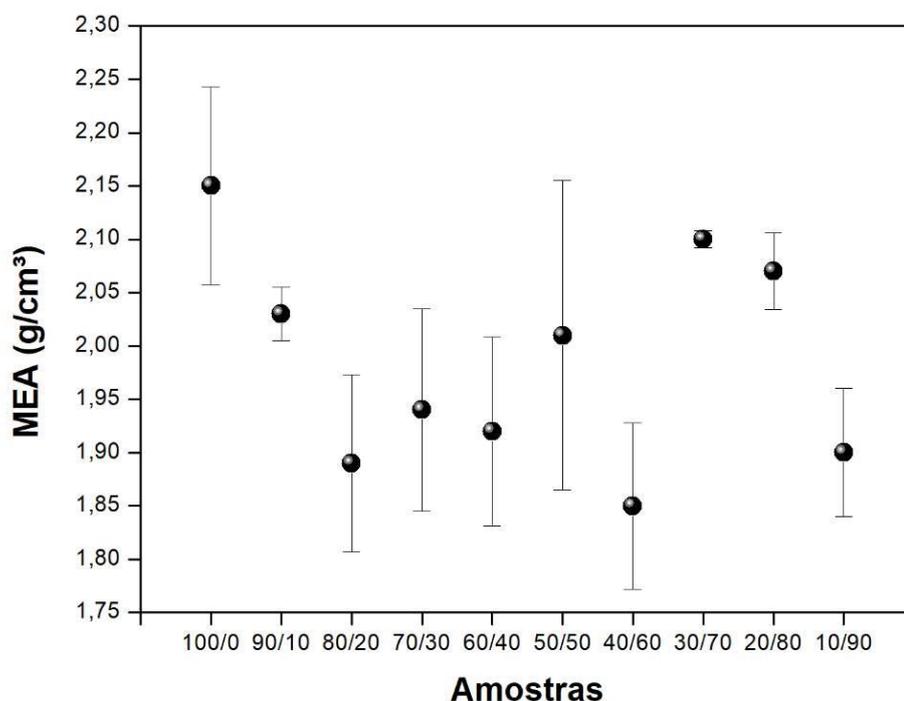
2.2 Resultados e discussão

Os valores limites estabelecidos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram utilizados como referência para as análises das propriedades estudadas a seguir, sendo possível verificar a viabilidade de aplicação dos materiais dentro dos padrões de normatização.

2.2.1 Massa específica aparente

Embora estejam presentes oscilações em algumas amostras, verificou-se a diminuição da massa específica aparente conforme o aumento da concentração de lodo nas amostras, de forma semelhante aos dados coletados por Kizinievic et al. (2013), Garcia et al. (2012) e Teixeira (2006).

GRÁFICO 1 – Massa específica aparente das amostras 100/0 até 10/90.



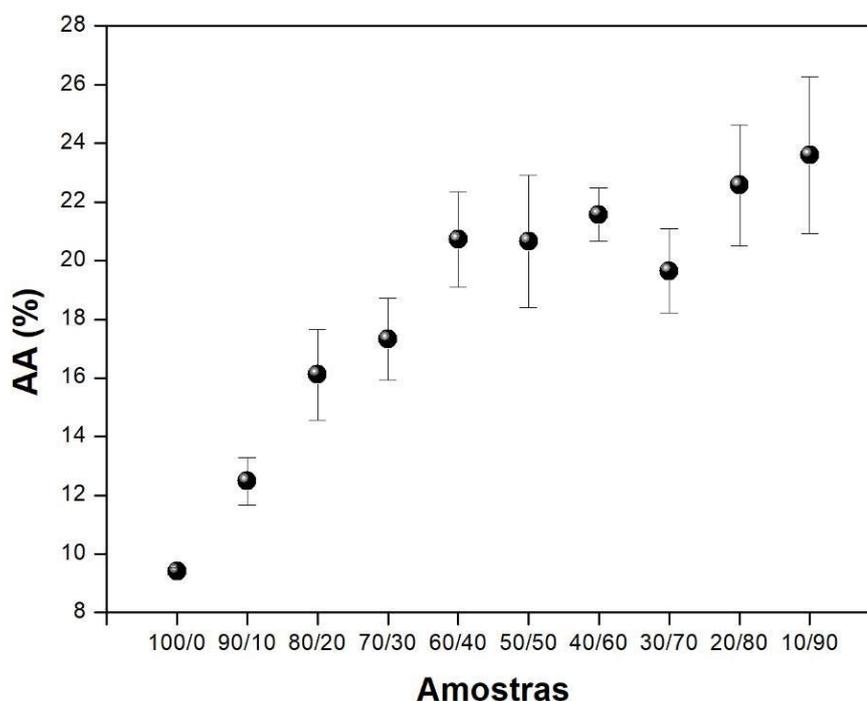
Fonte: O autor.

As oscilações apresentadas podem ser explicadas pela heterogeneidade do resíduo úmido. Apesar da homogeneização prévia do lodo, este naturalmente apresenta uma composição diversificada, o que provavelmente acarretou em frações diferenciadas em cada amostra.

2.2.2 Absorção de água

De acordo com o Gráfico 2 abaixo, verifica-se o aumento dos índices de absorção de água juntamente com a adição de lodo, podendo-se afirmar que o acréscimo de lodo provocou aumento na absorção de água do material, com exceção da amostra 30/70.

GRÁFICO 2 – Valores de absorção de água das amostras analisadas.



Fonte: O autor.

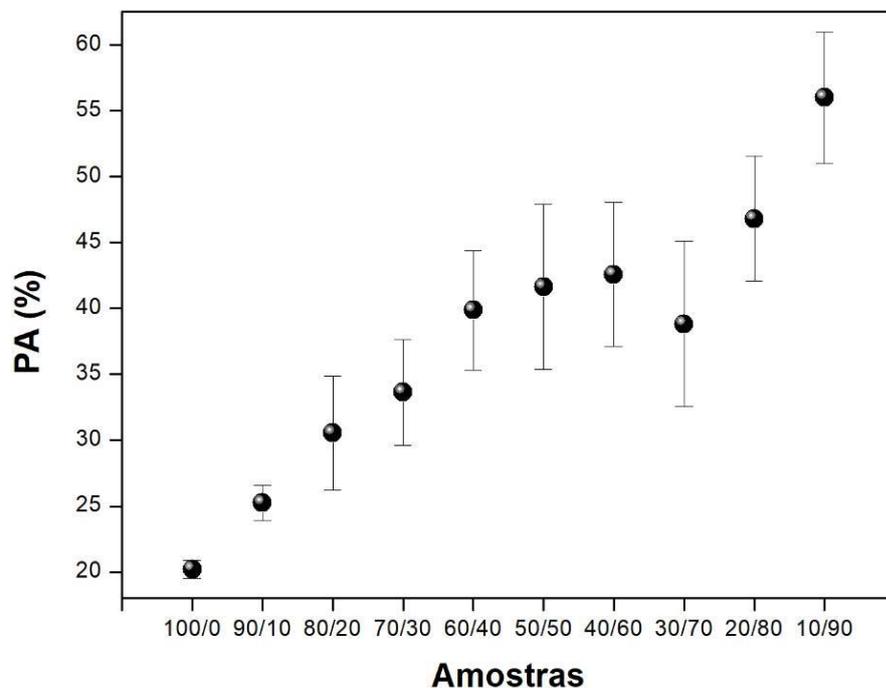
Esse aumento pode ser explicado devido à maior porosidade causada pela adição de lodo nas amostras, possivelmente pela queima da matéria orgânica presente no resíduo, durante a sinterização, que acarreta na formação de poros abertos e fechados, os quais resultam em uma maior absorção de água pelo material. O comportamento destacado encontra-se presente na literatura, como pesquisado por Garcia et al. (2012), Kizinievic et al. (2013) e Teixeira (2006).

A NBR 15270-1 determina os valores limites de absorção de água para blocos cerâmicos entre 8% e 22%. As amostras 100/0 até 30/70 apresentaram valores dentro deste intervalo, permanecendo, portanto, de acordo com a norma.

2.2.3 Porosidade aparente

O Gráfico 3 a seguir, evidencia um aumento na porosidade aparente das amostras conforme o incremento de lodo, com exceção da amostra 30/70. O crescimento observado na porosidade aparente também pode ser explicado pelo desenvolvimento de poros durante a queima dos materiais, sendo provavelmente causados pela eliminação de matéria do lodo em temperaturas elevadas, como observado na análise de absorção de água.

GRÁFICO 3 – Porosidade aparente das amostras apresentam crescimento, conforme a adição de lodo (com exceção da amostra 30/70).



Fonte: O autor.

Das análises de MEA, AA e PA, examinou-se que, na preponderância das amostras, a diminuição da massa específica aparente acompanhou um aumento na absorção de água e na porosidade aparente, o que pode ser explicado pela formação de poros durante a sinterização das amostras, causando a diminuição de massa e o aumento da absorção de água dos materiais.

2.2.4 Análise textural

As amostras de argila submetidas à análise textural, obtiveram como média os resultados apresentados na Tabela 2, a seguir.

TABELA 2 – Média das frações granulométricas obtidas nas amostras de argila.

	Frações (%)		
	Argila (< 2 µm)	Silte (2 a 20 µm)	Areia (> 20 µm)
Média das Amostras	62,40	25,32	12,28

Fonte: O autor.

Observa-se que as amostras apresentam elevado percentual de frações de argila em sua composição (62,40%), o que indica um material com elevada plasticidade e elevada resistência mecânica após secagem e queima, que necessita de grandes quantidades de água para sua moldagem.

Além disso, de acordo com Pracidelli e Melchiades (1997), este tipo de material apresenta alto grau de compactação e dificuldade na eliminação de água durante a secagem, o que acarreta em grandes retrações e deformações. Segundo os autores, para que estes comportamentos sejam evitados, pode ser feita a adição de desplastificantes ao material, como areia e pó de carvão.

Santos et al. (2000) e Teixeira et al. (2002), verificaram grandes quantidades de frações de areia (entre 50 e 80%) na composição granulométrica do lodo de ETA por eles analisado. Dessa forma, a adição moderada de lodo na massa argilosa pode se fazer interessante, devido à possível atuação deste como desplastificante da massa argilosa, atuando na redução da interação desta com a água, permitindo

melhor trabalhabilidade da mistura, e criando pontos de descontinuidade, o que facilita a eliminação da água durante a secagem do material.

Entretanto, apenas a adição de desplastificantes não é garantia de produtos com propriedades desejadas. Souza (2008) cita fatores como temperatura de queima, combinações de teor de umidade, pressão de compactação e distribuição granulométrica, como influentes, desde a conformação até a queima dos produtos e em suas características.

A partir da análise textural realizada, identifica-se a amostra de argila proveniente de Indiana com caráter argiloso de elevada plasticidade, que pode ser alterado pela adição do lodo de ETA como desplastificante, juntamente com controle na temperatura de queima, pressão de compactação e no teor de umidade, por exemplo.

3 CONCLUSÃO

A produção de materiais a partir de resíduos apresenta elevada importância, pois muitos destes não possuem destinações econômicas ou ambientais, à primeira vista, interessantes. Dessa forma, neste trabalho foram desenvolvidas amostras de materiais cerâmicos por meio da inserção de lodo em argila (variando-se de 0 a 90% a proporção de lodo), verificando a possibilidade de aplicações dos mesmos por meio das análises de massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente.

Na análise de massa específica aparente, aferiu-se diminuição desta nas amostras, conforme o aumento de concentração de lodo, com algumas variações. A adição do resíduo provocou aumento nos valores de absorção de água e porosidade aparente dos materiais. Estes resultados devem-se provavelmente à eliminação da matéria orgânica presente no lodo, durante o processo de sinterização das amostras, provocando a formação de poros no interior do material, a diminuição de sua massa específica aparente, e o conseqüente aumento na absorção de água. As amostras 100/0 até 30/70 apresentam-se dentro dos valores limites estabelecidos pela NBR 15270-1 para absorção de água de blocos cerâmicos para vedação.

A argila utilizada para a produção de amostras apresentou percentual de 62,40% de partículas argilosas, de acordo com a análise textural realizada. Assim, caracteriza-se como um material de elevada plasticidade e resistência mecânica, mas que necessita de grandes quantidades de água para moldagem, indicando possibilidade significativa de utilização do lodo como desplastificante na mistura.

Para a continuidade dos trabalhos, tem-se como objetivo a inserção da fração rica em sílica da cinza do bagaço da cana (CBC) junto à argila e lodo de ETA para a fabricação de materiais cerâmicos, pois, como descrito neste trabalho e publicado por Chaves et al. (2017), a adição de lodo à massa argilosa é possível, porém provocando diminuição da resistência mecânica dos artefatos, circunstância que justifica a possibilidade de adição da cinza do bagaço da cana como agente de reforço do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASKELAND, D. R.; WRIGHT, W. J. **Ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 648 p.

CALLISTER JR., W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 817 p.

CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTONIO EUFRÁSIO DE TOLEDO”. **Normalização de apresentação de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 2015 – Presidente Prudente, 2015, 121p.

CHAVES, F. P.; BARGA, L.; TEIXEIRA, S. R.; REIS, E. A. P.; Estudo das propriedades físicas de compósitos obtidos por meio da mistura de argila sedimentar com lodo de eta para fins de aplicação na construção civil. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 61., 2017, Gramado. **Anais...** Gramado, 2017, 2 p.

CHAVES, F. P.; REIS, E. A. P. Lodo de estação de tratamento de água: de resíduo à matéria prima. In: Encontro Toledo de Iniciação Científica, 12., 2016, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente, 2016, 16 p.

COELHO, A. C. V.; SANTOS, P. S. de. Argilas especiais: o que são, caracterização e propriedades. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 146-152, 2007.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Rio de Janeiro, RJ. 1979.

GARCIA, C. M.; QUESADA, D. E.; VILLAREJO, L. P.; GODINO, F. J. I.; IGLESIAS, F. A. C. Sludge valorization from wastewater treatment plant to its application on the ceramic industry. **Journal of Environmental Management**, v. 95, p. 343-348, 2012.

KIZINIEVIC, O.; ZURAUSKIENE, R. KIZINIEVIC, V.; ZURAUSKAS, R. Utilisation of sludge waste from water treatment for ceramic products. **Construction and Building Materials**, v. 41, p. 464-473, 2013.

OLIVEIRA, E. M. S.; MACHADO, S. Q.; HOLANDA, J. N. F. Caracterização de resíduo (lodo) proveniente de estação de tratamento de águas visando sua utilização em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 50, n. 316, p. 324-330, 2004.

PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F. G. **Importância da Composição Granulométrica de Massas para Cerâmica Vermelha**. *Cerâmica Industrial*, v. 2, n. 1, 1997.

REALI, M. A. P. (Coord.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1999. 240 p.

REIS, E. L. T. dos; COTRIM, M. E. B.; RODRIGUES, C.; PIRES, M. A. F.; BELTRAME, O. F.; ROCHA, S. M.; CUTOLO, S. A. Identificação da influência do descarte de lodo de estações de tratamento de água. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 865-872, 2007.

SANTOS, I. S. S. dos; RAMIRES, M. V. V.; KAZMIERCZAK, C. S.; SILVA, H. C. da; KERN, A. P.; CAMARGO, S. A. Caracterização e identificação do resíduo: Lodo da estação de tratamento do município de São Leopoldo. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2000. 8 p.

SOUZA, A. E. de. **Argilominerais: Influência dos aditivos (cinza do bagaço da cana-de-açúcar e rocha sedimentar) no processo de sinterização**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, UNESP – Campus de Bauru, 2008.

TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, S. A.; SOUZA N. R.; JOB A. E.; GOMES H. M.; HEITZMANN NETO J. F. Caracterização de resíduo de estações de tratamento de água (ETA) e de esgoto (ETE) e o estudo da viabilidade de seu uso pela indústria cerâmica. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 38., 2002, Cancun, México. **Anais...** Cancun, 2002. 7 p.

TEIXEIRA, S. R. **Caracterização de argilas usadas para produção de cerâmica vermelha e estudo das alterações nas suas propriedades pela adição de resíduos sólidos**. 2006. 181 f. Tese (Livre-Docência em Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP – Campus de Presidente Prudente, 2006.