

ANÁLISE DOS ENSAIOS TECNOLÓGICOS DE BLOCOS DE VEDAÇÃO COM INCORPORAÇÃO DE CHAMOTE

Naiara de Oliveira Sobrinho - naiara20oliveira@gmail.com

Programa de Pós- Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais – PPGCM – Universidade Federal do Piauí

Aurilene Braga Ribeiro – aurilenesd@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais e processos industriais - Instituto Federal do Piauí

Ênio Vieira Alves da Silva – alves.enios@hotmail.com

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais e processos industriais - Instituto Federal do Piauí

Sandra Maria Borges Costa Alves - sandra.engenheira2015@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais e Processos industriais - Instituto Federal do Piauí

Laila Raila Leal Dias- lailaleal27@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais e Processos industriais - Instituto Federal do Piauí

Lucileide Aquino do Nascimento – lucileideaquino1980@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais e Processos industriais– Instituto Federal do Piauí

Resumo—A indústria da cerâmica vermelha é altamente promissora para absorver resíduos poluentes. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso do chamote oriundo da indústria cerâmica, nas porcentagens de 0, 5, 10, 20 e 30% incorporados a massa argilosa, no intuito de produzir blocos de vedação. As formulações foram analisadas através dos ensaios tecnológicos e tensão de ruptura à flexão. A retração linear de secagem, apresentou um valor abaixo do recomendado, que é de até 6%. De modo geral todas as composições estudadas tiveram porosidade aparente reduzidas de 24,05 para 15,51% com o aumento da temperatura. Os valores de absorção de água estão dentro do intervalo de 8 a 22%, indicado para a produção de blocos cerâmicos. Dentro desse intervalo apenas as composições de 10 e 30% de chamote na temperatura de 850 °C apresentou resultado insatisfatório para a utilização da massa na produção de blocos cerâmicos, as demais foram satisfatórias.

Palavras-chave—Resíduo industrial, cerâmica vermelha, sustentabilidade.

Abstract—The red ceramic industry holds great promise for absorbing pollutant residues. Therefore, this study aims to analyze the technical, economic, and environmental implications of using chamotte from the ceramic industry at percentages of 0, 5, 10, 20, and 30% incorporated into the clay mass, without the intention of producing building blocks. The formulations were validated through technological tests and flexural strength tests. Linear drying shrinkage was below the recommended value of up to 6%. Overall, all the compositions studied had apparent porosity reduced from 24.05 to 15.51% with increasing temperature. Water absorption values are within the range of 8 to 22%, recommended for the production of ceramic blocks. Within this range, only the 10% and 30%



chamotte compositions at 850°C presented unsatisfactory results for use in the production of ceramic blocks, as the others were satisfactory.

Keywords—Industrial waste, red ceramic, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande detentor de depósitos argilas, dispondo de milhares de jazimentos e empresas especializadas por todo território nacional. O desenvolvimento de produtos para a indústria de cerâmica estrutural baseia-se na formulação de massas cerâmicas envolvendo a misturas de duas ou mais argilas, utilizando-se de métodos baseados apenas no conhecimento empírico. A formulação das argilas, devem ser feitas de maneira criteriosa e com o conhecimento prévio da composição da matéria-prima, o que possibilita determinar a qualidade do produto (KIEUFACK et al, 2023).

A argila é a principal matéria prima utilizada na produção de cerâmica vermelha. É um material terroso, de granulação fina (partículas de diâmetros em torno de 2 µm), muito plástica quando umedecida. Sua constituição se dá por argilominerais, que são silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, podendo conter matéria orgânica, sais solúveis ou outros minerais (GOMES, 1988). Os materiais argilosos são geralmente materiais heterogêneos, cujas propriedades dependem da sua formação geológica e da localização da extração. Em geral, observa-se grande complexidade e variabilidade composicional em argilas extraídas de jazidas distintas, em decorrência de suas características e particularidades geológicas. Sendo assim, evidencia-se a necessidade de pesquisas que buscam a caracterização das argilas dessas jazidas, a fim de se poder extrair o real potencial tecnológico (SILVA et al, 2018).

Segundo Aquino (2019) o conhecimento prévio acerca dos minerais é valioso, tendo em vista que esses são constituintes básicos das rochas, das quais são formados os diversos tipos de argilominerais. O conhecimento químico e mineralógico a respeito dos minerais é de extrema importância pois implicará nas características dos produtos minerais e no seu desempenho final, além da funcionalidade intrínseca, na pureza mineralógica, do teor e da natureza de contaminantes, na estrutura cristalina ou adsorvidas na superfície das partículas, na morfologia e na distribuição dos tamanhos das partículas desenvolvidos após processamento físico final.

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de apresentar uma alternativa viável para a reutilização do resíduo cerâmico (chamote) resíduos, contribuindo assim com a sustentabilidade, e diminuindo os impactos ambientais. Além de também reduzir o uso da matéria prima, usada no processo produtivo em novas formulações para a indústria cerâmica, verificando a possibilidade da melhoria ou permanência da qualidade dos produtos finais cerâmicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CERÂMICA VERMELHA

A cerâmica, que é praticamente tão antiga quanto à descoberta do fogo, mesmo utilizando os antigos métodos artesanais, pode produzir artigos de excelente qualidade. Nos últimos anos, acompanhando a evolução industrial, a indústria cerâmica adotou a produção em massa, garantida pela indústria de equipamentos, e a introdução de técnicas de gestão, incluindo o controle de matérias-primas, dos processos e dos produtos fabricados (ALMEIDA et al, 2020).

A cerâmica vermelha, também conhecida como cerâmica estrutural, é a denominação atribuída



à categoria de produtos que são utilizados na construção civil, como tijolos, blocos, telhas e elementos vazados, e têm como característica sua cor avermelhada devido a presença do teor de óxido do ferro acima de 5%, quando o produto passa por tratamento térmico. Estes produtos são derivados da argila, a qual é definida como uma rocha finamente dividida, constituída essencialmente de argilominerais, podendo apresentar concentrações de outros minerais como quartzo, mica, pirita, hematita, matéria orgânica e outras impurezas (SANTOS, 1989).

Os materiais cerâmicos são de extrema importância na construção civil, são versáteis e abundantes, possuem diversidade de formatos e cores, e possuem propriedades de interesse, como a resistência à ataques químicos, alta dureza, resistência à compressão. Por sua importância, estão em constante processo de desenvolvimento científico e tecnológico, buscando melhorias no produto final, como também no processo de produção através otimização e da sustentabilidade que visa economizar água, energia e matéria-prima. Os produtos cerâmicos podem ser classificados em diferentes tipos: cerâmica vermelha, cerâmica branca, materiais de revestimento, materiais refratários, entre outros (SEBRAE, 2023).

Acerca do método de fabricação da cerâmica vermelha, trata-se de um processo complexo e necessita ser analisado sempre de forma global, envolvendo todas as etapas processo. No geral, o processamento é composto por uma sequência de etapas integradas que vai desde a escolha da matéria-prima até a etapa do tratamento térmico da peça, porém, sendo quatro as etapas principais: a preparação da massa, conformação, secagem e tratamento térmico, respectivamente. Em todas essas etapas devem ou pelo menos deveriam ser analisadas e otimizadas de forma conjunta, para se obter a microestrutura necessária e, conseqüentemente, as propriedades mecânicas desejadas (RACANELLI et al, 2020).

Na indústria cerâmica pode acontecer a perda de blocos cerâmicos durante sua produção. Isso ocorre por diversos fatores, tais como: a qualidade da matéria-prima utilizada, o controle de qualidade realizado durante a fabricação, a tecnologia utilizada, modo de prensagem, umidade da argila, entre outros. Dentre os defeitos que impossibilitam a venda, é possível citar trincas, rachaduras, quebraduras, orifícios (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2021).

2.2 ARGILAS

A composição mineralógica das argilas influi diretamente nas suas características plásticas. O controle da plasticidade é baseado na mistura de argilas não plásticas (argilas magras) com argilas plásticas (argilas gordas). Uma mistura inadequada acarreta no desperdício de matéria prima, elevação dos custos e na grande produção de peças quebradiças e com imperfeições, sendo essas peças tratadas como resíduo das atividades de processamento (PRACIDELLI; MELCHIADES, 1997).

Os principais constituintes das argilas, são os argilominerais, caracterizados quimicamente como silicatos de alumínio hidratados, podendo conter magnésio, ferro, cálcio, sódio, potássio, lítio e outros elementos. Estes constituem a “fração argila” de uma massa argilosa, pois é a fração que contém as partículas com diâmetros inferiores a 2 μm , por isso estes minerais apresentam uma elevada área superficial específica. Além de argilominerais, outros materiais comuns na composição de argilas são matéria orgânica, sais solúveis, materiais amorfos e os minerais pirita (FeS_2), quartzo (SiO_2), mica, calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) (SANTOS, 1989).

A caulinita é um argilominerais da família caracterizada pela estrutura 1:1 (TO), ou seja, uma camada de uma única folha tetraédrica e uma folha octaédrica. A sua gênese está correlacionada com

a dissolução dos grãos de feldspato ou com a transformação de outros minerais argilosos. Em geral, ocorrem em arenitos preenchendo os poros e, por vezes, recobrimdo grãos e seus cristais, geralmente, são grandes o suficiente para serem reconhecidos em lâmina delgada (MURRAY, 2000).

A cloritas são aluminossilicatos hidratados cuja estrutura 2:1 é caracterizada pela alternância entre folhas octaédricas de MgOH (brucita). As camadas 2:1 são negativamente carregadas e possuem Al e Si nas folhas tetraédricas, e Mg, Fe e/ou Al nas octaédricas e distanciamento basal deste argilomineral é de 14 Å (WORDEN & MORAD, 2003).

Os minerais do grupo da illita são aluminossilicatos hidratados potássicos e se caracterizam, por duas folhas tetraédricas de sílica com uma folha octaédrica central e são designadas como um mineral de camada 2:1 (T-O-T) com moléculas de água entre as camadas. Este é o grupo mais frequente nas argilas. As suas estruturas assemelham-se a micas microscópicas, das quais derivam por divisão física e alteração química. Além de ter sua gênese relacionada às micas, a illita pode ser formada a partir da alteração de feldspato, piroxênios e anfibólios com fluidos meteóricos e/ou transformada diageneticamente a partir da alteração da caulinita em fluidos que contém uma elevada taxa de potássio (PASSOS FILHO, 2019).

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A argila foi inicialmente seca em temperatura ambiente. O chamote, por sua vez, foi lavado em água para a remoção de impurezas superficiais e, em seguida, seco naturalmente. Posteriormente, ambos os materiais foram triturados em moinho de martelos da marca TRAPP, equipado com peneira de abertura de malha de 2,47 mm. Na sequência, foram peneirados separadamente em peneira de 50 mesh (0,297 mm), etapa fundamental para a obtenção de granulometria adequada. Os materiais foram, então, moídos em moinho de bolas da marca SERVITECH e acondicionados em recipientes para a etapa de mistura. As formulações foram preparadas com diferentes teores de chamote incorporados à massa argilosa (0, 5, 10, 20 e 30%), recebendo as nomenclaturas 0CH, 5CH, 10CH, 20CH e 30CH.

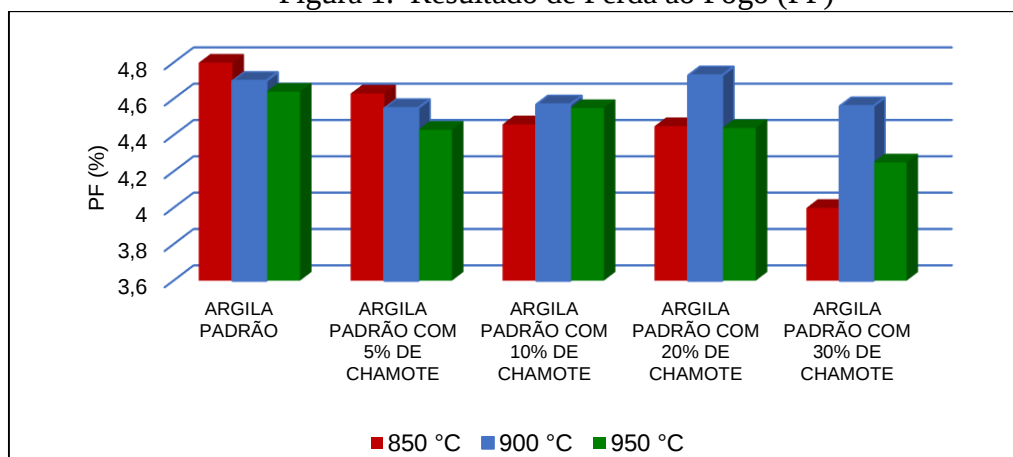
Após a formulação, as massas cerâmicas foram umedecidas, com teor de água variando entre 17 e 22% da massa total, homogeneizadas e acondicionadas em recipientes plásticos vedados por 24 h. A conformação dos corpos de prova retangulares foi realizada em extrusora do Laboratório de Materiais (LabMat) – IFPI, nas dimensões 10 × 2,5 × 1,5 cm, conforme a ABNT NBR 10611: Corpo de prova – Forma e tipos de ensaios – Padronização. Os corpos de prova foram secos inicialmente em temperatura ambiente por 48 h e, posteriormente, em estufa da marca MARQ LABOR. O aquecimento foi conduzido a 50 °C, com elevação de 20 °C a cada 2 h, até atingir 110 °C, permanecendo nesta condição por 24 h. A queima foi realizada em forno da marca GRION, no Laboratório de Materiais Avançados (LIMAV) – UFPI, às temperaturas de 850 °C, 900 °C e 950 °C, com taxa de aquecimento de 2 °C/min e patamar de queima de 2 h. Após a queima, os corpos de prova foram resfriados em forno, pesados e medidos com auxílio de paquímetro digital. As dimensões (comprimento, largura e altura) e as massas foram utilizadas para o cálculo das propriedades tecnológicas: retração linear após a secagem (RLS), retração linear após a queima (RLQ), perda ao fogo (PF), porosidade aparente (PA), absorção de água (AA) e massa específica aparente (MEA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PERDA AO FOGO (PF)

A Figura 1 apresenta o comportamento de perda ao fogo das amostras estudadas. A partir da análise do gráfico é possível observar que para as composições contendo apenas argila e 5% de chamote a perda ao fogo diminuiu com o aumento das temperaturas utilizadas

Figura 1. Resultado de Perda ao Fogo (PF)



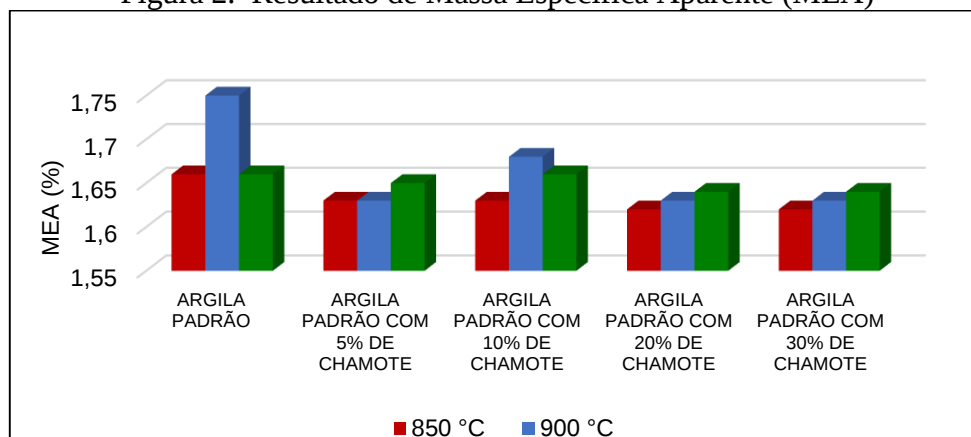
Fonte: A autora, (2025)

Esse comportamento pode ser explicado devido o chamote já ter passado por uma etapa de queima e possui menos etapas de decomposição, já nos corpos cerâmicos com argila padrão, os valores são mais expressivos pela decomposição de materiais argilosos, assim como a combustão de matéria orgânica (GOUVEIA, 2008). Os valores menores de P.F foram encontrados na composição com 30% de chamote nas temperaturas de queima de 850 °C e 950 °C. A redução do percentual da PF seria o ideal, porém não foi o que aconteceu nos corpos de prova com 10,20 e 30% de chamote, na mudança da temperatura de 850 °C a 900 °C. Provavelmente, os materiais voláteis não foram eliminados na primeira queima. Esse comportamento pode estar relacionado também ao modo de produção, devido a porcentagem de chamote ser alta e a homogeneização da argila mais chamote ter sido manualmente, na qual necessitou de maior quantidade de água para produção. Sendo assim perdendo grande massa de água após queima (GOMES, 2018).

4.2 MASSA ESPECÍFICA APARENTE (MEA)

A Figura 2 são apresentados os resultados relativos à massa específica aparente das amostras estudadas. Pode-se observar que ocorreu um aumento da massa específica em função do aumento da temperatura, nas composições de 20 e 30%. A massa específica aparente e o efeito da temperatura de queima promovem aumento da densificação com concomitante redução da área superficial específica. Isto é importante porque, a redução de área superficial atuar como a força motora principal durante o processo de sinterização. Esse comportamento implica no aumento da resistência mecânica em cerâmica vermelha no interior da peça cerâmica (PINHEIRO, 2010).

Figura 2. Resultado de Massa Específica Aparente (MEA)



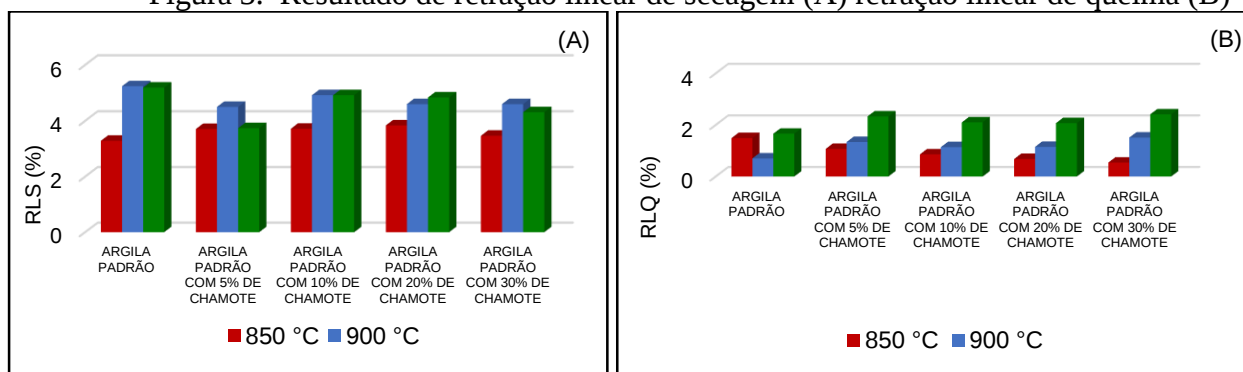
Fonte: A autora, (2025)

De acordo com Santos (1989), os valores de massa específica aparente das argilas devem estar entre 1,7 e 2,1 g/cm³ para sua utilização em cerâmica vermelha. Logo, todas as composições, nas três temperaturas estudadas obtiveram valores abaixo do mínimo recomendado, com exceção da composição sem chamote que apresentou, uma massa específica aparente de 1,73g/cm³ para a temperatura de 900°C.

4.3 RETRAÇÃO LINEAR DE SECAGEM E DE QUEIMA

A Figura 3 apresenta os resultados da retração linear após a secagem. Podemos observar que a retração linear após a secagem (RLS) aumentou, na mudança de temperatura de queima de 850 °C para 900 °C. Isso pode ser explicado porque no processo de sinterização ocorre o agrupamento de moléculas que compõem a cerâmica à medida que a temperatura aumenta, fazendo com que as imperfeições e poros diminuam, aumentando assim a densidade do material e diminuindo suas dimensões (JUNG et al., 2012).

Figura 3. Resultado de retração linear de secagem (A) retração linear de queima (B)



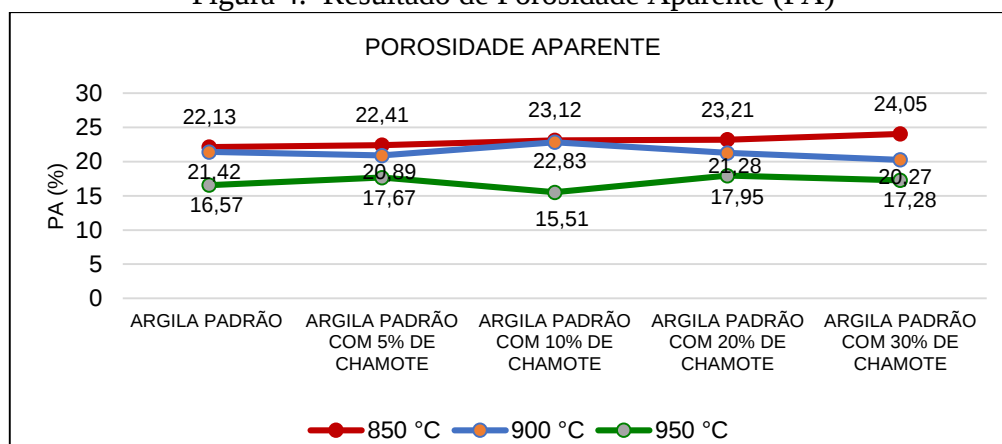
Fonte: A autora, (2025)

A alteração no teor de chamote e suas respostas quanto a retração linear na etapa de secagem (3A), com valores variando de 3,29 a 5,24%, podem ser explicados pelo efeito da adição de não plásticos (chamote) às argilas. Esta adição pode reduzir as contrações sofridas pela massa, melhorando a pré-queima das composições. Tais resultados corroboram com os estudos recomendado por Gouveia (2008), que é de 6% de RLS. Os dados obtidos durante a queima, verificou-se que a retração linear de queima aumentou, com o aumento da temperatura para as composições contendo chamote (Figura 3B). Este comportamento pode ser explicado devido ao processo de sinterização, o qual provoca mudanças físicas e redução do volume dos corpos de prova pela perda de água (fase líquida) com o aumento das temperaturas de queima de 850°C para 950°C como observado na Figura 3B. Para as amostras com presença de chamote houve um aumento da retração de 0,54% (valor mínimo) a 2,41% (valor máximo) em função do aumento da temperatura de queima.

4.4 POROSIDADE APARENTE (PA)

Na Figura 4 são apresentados os dados referentes a porosidade aparente das amostras para as diferentes composições estudadas. De modo geral, pode-se observar que para todas as composições estudadas houve redução na porosidade aparente à medida que a temperatura foi elevada. Isso porque o volume de poros abertos diminui significativamente devido ao crescimento de pescoço inter-partícula. Esse é o principal responsável pela eliminação de grande quantidade de porosidade aberta no interior da peça de cerâmica vermelha (PINHEIRO, 2010).

Figura 4. Resultado de Porosidade Aparente (PA)



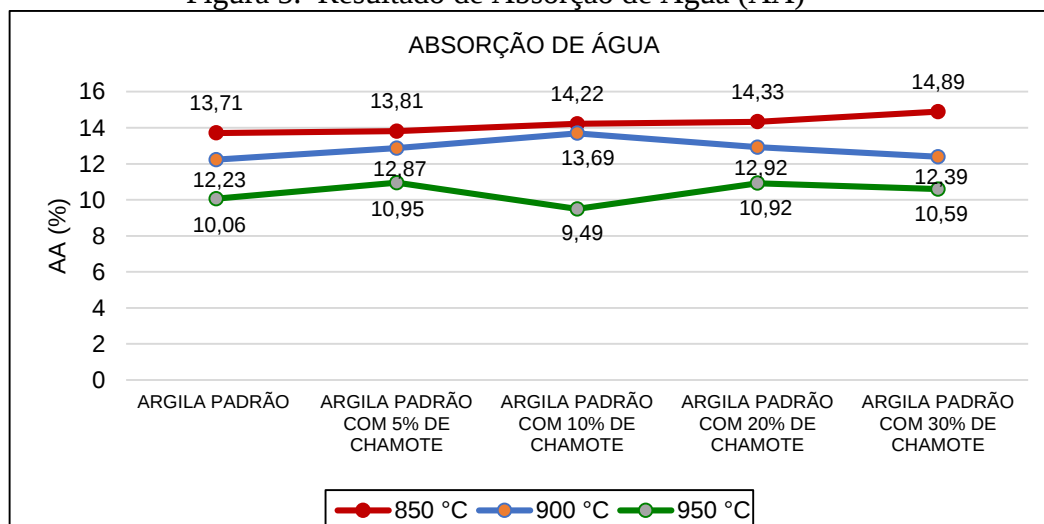
Fonte: A autora, (2025)

Pode-se observar que os maiores valores (24,05%) são encontrados para as amostras com 30% de chamote e submetidas a temperatura de 850°C. Esse comportamento pode ser justificado pela variação no tamanho dos grãos de resíduo queimado que ao serem incorporados conseguem preencher melhor os espaços vazios, além de apresentarem granulometria grosseira em relação a granulometria da argila. As amostras submetidas a temperatura de queima a 950 °C indicaram menores percentuais de porosidade aparente (15,51%). É observado também na temperatura de 950 °C um aumento da porosidade em função do aumento de teor de chamote (22,13% até 24,05% de PA).

4.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA (AA)

Na Figura 5 pode-se observar o comportamento de absorção de água para as amostras estudadas. A partir do exposto na Figura 5, percebe-se que a absorção de água (AA) diminui em função do aumento da temperatura.

Figura 5. Resultado de Absorção de Água (AA)



Fonte: A autora, (2025)

Na temperatura de 850 °C todas as composições apresentaram aumento de absorção de água (13,7 % até 14,89% AA) com o aumento do teor de chamote, sendo o maior valor para média das amostras utilizando 30% de chamote. A 950°C pôde-se observar os maiores valores de AA para as formulações com 5 e 20% de chamote, em relação aos demais valores nessa temperatura. Em 900 °C, na composição com 10% de chamote, apresentou o maior percentual de absorção de água de 13,69 %, para essa temperatura. O maior valor para a absorção de água foi encontrado na composição 30 % de chamote (14,89%) e temperatura de queima de 850 °C e o menor registro foi para a composição 10% de 9,49%, na temperatura de 950 °C. Contudo esses valores estão dentro do intervalo de 8 a 22%, indicado para AA para blocos cerâmicos, Segundo a norma da ABNT NBR 15270-1.

Os resultados achados dialogam da literatura. Zhang et al. (2024) observaram que a incorporação de chamote em porcelanato promoveu modificações significativas na microestrutura, com redução da porosidade e melhoria do desempenho mecânico em determinadas proporções, comportamento semelhante ao identificado neste estudo para composições com menores teores de resíduo. De forma complementar, Mourad et al. (2024) destacam que o chamote pode atuar não apenas como carga inerte, mas também como componente capaz de influenciar as propriedades térmicas e mecânicas em compósitos geopoliméricos, reforçando a relevância da sua utilização em diferentes matrizes cerâmicas. Já Li et al. (2025) verificaram que o processo de sinterização de misturas argila–chamote em altas temperaturas potencializa a densificação e melhora o desempenho estrutural, o que está em consonância com a tendência de aumento da massa específica e redução da porosidade observadas neste trabalho quando submetidos a 950 °C.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que incorporação de chamote em massas argilosas pode apresentar uma alternativa viável para a produção de blocos cerâmicos de vedação, especialmente no contexto da sustentabilidade e da valorização de resíduos industriais. Observou-se que a adição de chamote em diferentes percentuais influenciou diretamente nas propriedades tecnológicas, como retração linear, perda ao fogo, propriedade aparente, absorção de água e massa específica aparente, demonstrando que o material exerce um papel relevante na microestrutura final dos corpos cerâmicos. De modo geral, verificou-se que a utilização do chamote contribuiu para a redução da porosidade e para o controle da retração de secagem, embora, em alguns casos tenha ocasionado valores de massa específica abaixo do recomendado para a aplicação na indústria cerâmica. Contudo, essa limitação indica que, apesar do potencial do resíduo a formulação das massas ainda requer ajustes e um controle mais rigoroso no processo de homogeneização e queima a fim de assegurar maior uniformidade no resultado final.

Do ponto de vista ambiental, o reaproveitamento do chamote apresenta benefícios claros, pois reduz o volume de resíduos descartados e minimiza a extração de matéria-prima natural. No entanto, a aplicação em escala industrial essa pesquisa demanda de estudos complementares sobre a estabilidade das formulações ao longo do tempo, a padronização do resíduo e o impacto econômico do processo. Como perspectivas para trabalhos futuros, sugere-se: avaliar a influência de diferentes granulometrias do chamote sobre as propriedades mecânicas, bem como a realização de ensaio de resistência mecânica. Investigar tratamentos prévios dos resíduos como moagem fina, calcinação ou ativação química, com o intuito de melhorar a interação com a matriz argilosa. Ampliar os estudos para outras temperaturas de queima e combinações com aditivos alternativos de forma a potencializar a densificação e reduzir os índices de absorção de água.

Portanto, conclui-se que a adição de chamote em massas argilosas é tecnicamente promissora, mas ainda requer otimização de parâmetros produtivos para garantir o desempenho em escala industrial.

REFERENCIAS

ABNT - NBR 15270-1: Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, p. 15, 2017b.

ALMEIDA, K. S. de; SOARES, R. A. L.; MATOS, J. M. E. de. Efeito de resíduos de gesso e de granito em produtos da indústria de cerâmica vermelha: revisão bibliográfica. **Matéria** (Rio de Janeiro), [S.L.], v. 25, n. 1, p. 1-14, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200001.0893>.

AQUINO, A. Minerais. Brasília: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – **INCRA**, 2019. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

KIEUFACK, G.; FAGEL, N.; TCHAMBA, A.B.; BOMENI, I.y.; NGAPGUE, F.; OUAHABI, M. El; WOUATONG, A.s. Mineralogical and physico-chemical characterization of alluvial clays from Bamendou-Balessing (West Cameroon): suitability for ceramics. **Construction And Building Materials**, [S.L.], v. 407, p. 133396, ago. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133396>.



JÚNIOR, W.M.; OLIVEIRA, R.F. Utilização do Resíduo Cerâmico na Indústria. **GETEC**, v.10, n. 30, p. 71-89.2021

GOMES, C.F. Argilas: o que são e para que servem. **Calouste Gulbenkian**, Lisboa,1988.

GOUVEIA, F. P.; Efeito da incorporação de chamote (resíduo cerâmico queimado) em massas cerâmicas para a fabricação de blocos de vedação para o Distrito Federal – DF. um estudo experimental. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GRIM, R.E. (1968) **Clay Mineralogy**. McGraw-Hill, New York.

MURRAY H. H. 2000. Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: a general overview. *Apl. Clay Sci.*, 17: 207-221.

PASSOS FILHO, R. R. Argilominerais em reservatórios de hidrocarbonetos: “possibilidade de dano de formação. 2019. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

PINHEIRO, B. C. A.; Efeito da temperatura de queima em algumas propriedades mecânicas de cerâmica vermelha. **Revista: Cerâmica**, Rio de Janeiro, v. 56, p.273- 243, 2010.

PRACIDELLI, F. G.S. **Melchhiades, Ceram.** Ind. 2 (1997) 31- 35.

RACANELLI, L. de A.; CÂNDIDO, V. S.; SOUZA, J. A. da S.; CARDOSO, D. N. Caracterização e Estudo das Propriedades Físicas, Químicas e Mecânicas das Argilas Cauliníticas da Região Nordeste do Estado do Pará. **Matéria** (Rio de Janeiro), [S.L.], v. 25, n. 1, p. 1-11, 2020. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200001.0919>

SANTOS, P. DE S. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. ed. São Paulo: Ed Edgard Blücher,1989.

SEBRAE (org.). Construção civil: veja as tendências cerâmicas para 2023. 2023. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/construcao-civil-vejaas-tendencias-ceramicas-para-2023_e9c50c8c450d5810VgnVCM1000001b00320aRCRD. Acesso em: 20 ago. 2025.

SILVA, A. L.; LUNA, C. B. B.; CHAVES, A. C.; NEVES, G. A. Avaliação de novos depósitos de argilas provenientes da região sul do Amapá visando aplicação na indústria cerâmica. **Cerâmica**, [S.L.], v. 64, n. 369, p. 69-78, mar. 2018. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132018643692275>.

WORDEN, R.H. & MORAD, S. 2003. **Clay mineral Cements in Sandstones**, IAS Special Publication 34, p. 109-128.

KIEUFACK, G. et al. Mineralogical and physico-chemical characterization of alluvial clays from Bamendou-Balessing (West Cameroon): suitability for ceramics. *Construction And Building Materials*, v. 407, p. 133396, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133396>.



ZHANG, Y. et al. Effect of chamotte waste addition on the microstructure and mechanical performance of sustainable porcelain stoneware. *Journal of Cleaner Production*, v. 420, p. 140385, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140385>.

MOURAD, A. H. I. et al. Mechanical and thermal performance of geopolymer composites with chamotte waste. *Innovative Infrastructure Solutions*, v. 9, n. 2, p. 234-246, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41779-023-00978-5>.

LI, H. et al. High-temperature sintering behavior of clay-chamotte blends for structural ceramics. *Innovative Infrastructure Solutions*, v. 10, n. 1, p. 115-129, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41779-025-01170-7>.