

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ARGILA CAULINÍTICA DO MUNICÍPIO DE BOA SAÚDE –RN: PARTE 1*

*Bruna Pereira do Nascimento Souza¹
Anna Beatriz Almeida Leandro da Costa²
Mateus Nunes de Souza³
Dayany Karla Silva da Rocha⁴
Erica Renata Cruz da Cunha⁵
Flánelson Maciel Monteiro⁶*

Resumo

As argilas cauliníticas, popularmente conhecidas como de queima branca, possuem a coloração final dos seus produtos como principal característica. As jazidas desse tipo de argila não são encontradas com facilidade, sendo a prospecção de novos depósitos o principal desafio do setor cerâmico. Portanto, o objetivo deste trabalho é estudar as propriedades tecnológicas de uma argila caulinítica do município de Boa Saúde – RN. O trabalho foi iniciado com a coleta *in loco* da argila e, em seguida, seu destorroamento, cominuição e peneiramento em uma peneira ABNT 200 mesh (0,074mm). Após essa etapa, foram confeccionados trinta (30) corpos de prova utilizando uma prensa hidráulica com pressão de 21 MPa. As amostras ficaram em uma estufa por um período de 24 horas com temperatura de 100°C para retirada da umidade. O processo de sinterização ocorreu em um forno do tipo mufla, sem atmosfera protetora, nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1050°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min e patamar de isoterma de 60 minutos. Em cada temperatura foram sinterizados dez (10) corpos de prova. Os ensaios tecnológicos realizados nas amostras foram os seguintes: absorção de água (AA%), retração linear (RL%), perda ao fogo (PF%), porosidade aparente (PA%) e massa específica aparente (MEA). Os resultados dos ensaios apontam que a argila estudada possui características que apontam sua utilização na fabricação de peças para os setores da cerâmica estrutural e revestimentos.

Palavras-chave: Argila Caulinítica; Boa Saúde; Rio Grande do Norte; Cerâmica. Branca

TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF KAOLINITIC CLAY OF THE MUNICIPALITY OF BOA SAÚDE -RN: PART 1

Abstract

Kaolinitic clays, popularly known as white burning, have the final coloration of their products as their main feature. The deposits of this type of clay are not easily found, being the prospecting of new deposits the main challenge of the ceramic sector. Therefore, the objective of this work is to study the technological properties of a kaolinitic clay from the city of Boa Saúde - RN. The work began with the on-site collection of clay and then its unraveling, comminution and sieving in an ABNT 200 mesh (0.074mm) sieve. After this stage, thirty (30) specimens were made using a 21 MPa pressure hydraulic press. The samples were kept in a greenhouse for a period of 24 hours at 100°C to remove moisture. The sintering process took place in a muffle furnace, without protective atmosphere, at temperatures of 850°C, 950°C and 1050°C, with heating rate of 10°C/min and isotherm level of 60 minutes. At each temperature, ten (10) specimens were sintered. The technological tests performed on the samples were as follows: water absorption (AA%), linear shrinkage (RL%), fire loss (PF%), apparent porosity (PA%) and apparent specific mass (MEA). The results of the tests indicate that the studied clay has characteristics that indicate its use in the manufacture of pieces for the sectors of structural ceramics and coatings.

Keywords: Kaolinitic clay; Boa Saúde; Rio Grande do Norte; White Ceramics.

* Contribuição técnica ao 19º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week 2019, realizada de 01 a 03 de outubro de 2019, São Paulo, SP, Brasil.

- ¹ *Discente do Curso Técnico em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*
- ² *Discente do Curso Técnico em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/ Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/ Natal, Rio Grande do Norte, Brasil*
- ³ *Discente do Curso Subsequente em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/ Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/ Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*
- ⁴ *Discente do Curso Subsequente em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/ Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/ Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*
- ⁵ *Discente do Curso Subsequente em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/ Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/ Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*
- ⁶ *Tecnólogo em Fabricação Mecânica/Doutor em Engenharia Mecânica – PPGEM-UFRN/ Professor/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central - CNAT/ Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN/Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos/Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Argila é um material natural com granulação fina, textura terrosa e comportamento plástico quando umedecida, composta por partículas extremamente pequenas de um ou mais argilomineral. Minerais esses que são constituídos por silicatos hidratados de alumínio e ferro, podendo conter elementos alcalinos — sódio, potássio — e alcalinos terrosos — cálcio, magnésio. Na natureza além dos argilominerais, as argilas estão geralmente associadas com outros materiais e minerais, como matéria orgânica, sais solúveis e partículas de quartzo, pirita, mica, calcita, dolomita e outros minerais residuais. É encontrada na natureza de diferentes formas e cores, sendo bastante utilizada na indústria mineral, sendo definida como uma matéria-prima na fabricação de produtos cerâmicos [1].

Os tipos básicos de classificação para as argilas vêm da decomposição de milhões de anos de rochas feldspatos e sedimentares e são classificados em duas categorias: primária e secundária. As argilas primárias são mal atacadas pelos agentes atmosféricos, possuem partículas mais grosseiras e coloração mais clara, são menos plásticas e possuem alto grau de pureza com alta refratariedade, sendo um exemplo a caulinita que possui uma coloração branca resultante da baixa quantidade de (Fe_2O_3) e do alto percentual de alumina (Al_2O_3) . As argilas secundárias, no entanto, são mais finas e mais plásticas e podem conter impurezas agregadas quando misturadas com matéria orgânica, possuem uma coloração vermelha, encontrada normalmente nos tijolos, telhas e lajotas, adquirida pelo óxido de ferro (Fe_2O_3) presente no material argiloso [2].

Em geral, as argilas são materiais muito heterogêneos, cujas características dependem de sua formação geológica, bem como do local de extração. Como resultado, um depósito de argila pode conter vários tipos de minerais diferentes. Portanto, pequenas variações no conteúdo de um determinado componente podem causar mudanças drásticas nas propriedades da argila. Assim, estudos de caracterização são necessários para obter um melhor conhecimento do potencial industrial de um depósito de argila, otimizar a extração e processamento de materiais argilosos e encontrar novas áreas de aplicação [1].

O Estado do Rio Grande do Norte vem demonstrando um grande potencial na extração de argila para fins industriais. Neste sentido, a grande parte dos polos cerâmicos localizados no Estado trabalham na produção de cerâmica estrutural, tendo como principal matéria prima a argila de queima vermelha. Em relação a produção cerâmica com argila caulinitica, material que é conhecido pela população devido a coloração branca, bege e variações dessas tonalidades dos seus produtos, apesar de em números bem menores, há na região empreendimentos que usam esse tipo de argila na fabricação de peças cerâmicas, especialmente telhas. É importante salientar que as argilas cauliniticas possuem um vasto campo de atuação na indústria, onde podem ser usadas desde a cerâmica estrutural (tijolos, telhas e lajotas), assim como, na produção de revestimentos cerâmicos, louças sanitárias e de mesa, cerâmica artística, entre outros setores. Esse tipo de matéria prima, como pode ser observado pelo seu potencial, é cobiçada pela indústria que sempre busca novas jazidas para exploração.

É, portanto, a prospecção de novas jazidas de argila caulinitica, tecnicamente viáveis, o principal desafio para aumentar a produção de peças com essa matéria prima. Frisa-se que há jazidas espalhadas pelo território potiguar como, por exemplo, na região agreste, especialmente nas cidades de Nova Cruz, Lagoa

Salgada, Serra Caiada e, também, em Macaíba e São Gonçalo do Amarante, região metropolitana de Natal. A existência desses depósitos minerais não necessariamente significa que haja um abastecimento das indústrias cerâmicas locais, isso ocorre por diversos motivos, principalmente o econômico.

A caracterização de uma argila, ou outro mineral, é essencial no processo de fabricação de peças cerâmicas, sendo o método utilizado para analisar às propriedades técnicas do material antes de destina-lo para produção. Portanto, nesta etapa, observa-se às seguintes propriedades da argila: resistência mecânica, a retração linear, a porosidade aparente após à sinterização e, por fim, a coloração final das peças. A coloração da argila caulínica é uma característica relevante, pois dependendo do setor ceramista, busca-se peças com alvura após o processo de sinterização, como por exemplo, nas louças de mesa e sanitária. Ressalta-se que a argila usada para fabricar peças cerâmicas deve possuir uma adequada composição química e mineralógica, para que no processo de sinterização não perca suas propriedades e tenha os resultados desejados.

No Rio Grande do Norte os principais empreendimentos ceramistas encontrados são às indústrias cerâmicas, onde identificam-se por existir automatização para fabricação das peças. Há, também, espalhadas pelo território estadual, às olarias cerâmicas que são caracterizadas pela pequena produção de peças e para isso utilizam técnicas rudimentares de fabricação. É comum nas olarias, por exemplo, os operários usarem os pés para amassar à argila e, logo em seguida, conformar os tijolos maciços. As técnicas de caracterização para matérias primas são inexistentes nesse tipo de empreendimento ceramista, fazendo do empirismo a principal ferramenta para produção.

Dessa maneira, visando trazer uma nova possibilidade para indústria ceramista local, especialmente na produção de peças de queima branca, este trabalho tem como objetivo caracterizar a argila caulínica proveniente de uma olaria localizada no município de Boa Saúde, região agreste do Rio Grande do Norte, com o intuito de aferir suas propriedades tecnológicas e assim testar a viabilidade dessa matéria prima para fabricação de peças do setor ceramista.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A produção deste trabalho foi dividida em três etapas, a saber: a) coleta da amostra *in loco*; b) beneficiamento do material e c) ensaios tecnológicos. A coletada da argila ocorreu no estoque de uma olaria localizada às margens da rodovia RN 120, na zona rural do município de Boa Saúde – RN. Logo em seguida, ao chegar no Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do IFRN, o material passou pelos processos de destorroamento, cominuição em um almofariz e peneiramento, sendo usada nesta última etapa uma peneira ABNT de 200 mesh (0,074mm). Após o peneiramento, foi coletada uma amostra de argila para realização da análise de EDX. O processo de confecção dos corpos de prova se deu através da compactação uniaxial em uma prensa hidráulica com pressão de 21 MPa. Os corpos de prova corpo foram fabricados com 12 gramas de argila, sendo produzido um total de trinta (30) amostras. Em seguida as amostras permaneceram em uma estufa por um período de 24 horas em temperatura de 100°C para retirada da umidade. A Figura 1 mostra o esquema do procedimento experimental deste trabalho.

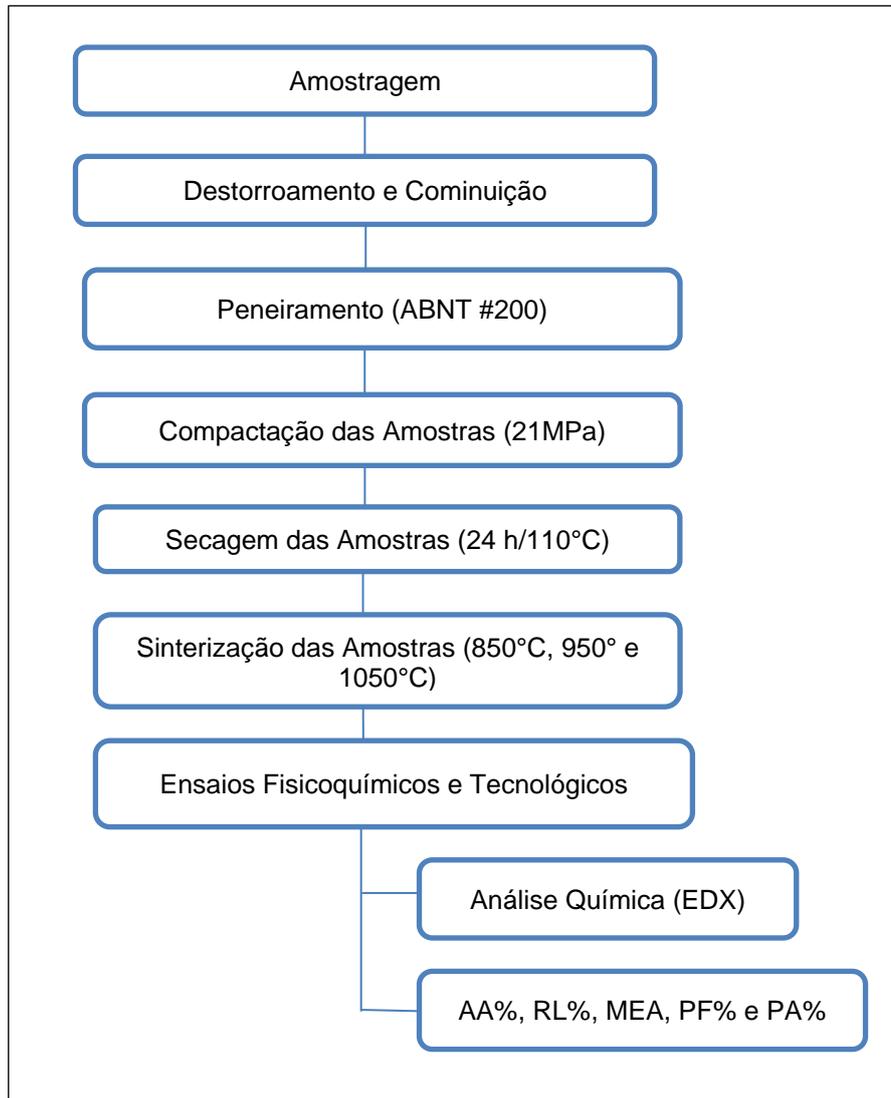


Figura 1. Fluxograma do procedimento experimental.

A etapa de sinterização ocorreu em um forno do tipo mufla, sem atmosfera protetora, nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1050°C com taxa de aquecimento de 10°C por minuto e isoterma de 60 minutos. Em cada temperatura de sinterização foram sinterizados dez (10) corpos de prova.

A análise da composição química da argila foi realizada pela espectroscopia de raios-X por dispersão em energia (EDX) através de um espectrofotômetro de energia dispersiva por raios-x da marca Shimadzu e modelo-720. Os ensaios tecnológicos realizados nos corpos de prova estão descritos na Tabela 1 com suas respectivas equações e variáveis.

Tabela 1 – Ensaios tecnológicos.

Nº	Nome do Ensaio	Equação	Variáveis
(1)	Absorção de Água (AA%)	$AA\% = \left(\frac{Pu-Ps}{Ps}\right) \times 100$	Pu: peso úmido; Ps: peso seco.
(2)	Porosidade Aparente (PA%)	$PA\% = \left(\frac{Mu-Ms}{Mu-Mi}\right) \times 100$	Mu: massa úmida; Ms: massa seca; Mi: massa imersa.
(3)	Perda ao Fogo (PF%)	$PF\% = \left(\frac{Pv-PS}{PS}\right) \times 100$	Pv: peso não sinterizado; Ps: peso sinterizado;
(4)	Retração Linear (RL%)	$RL\% = \left(\frac{L0-Lf}{L0}\right) \times 100$	L ₀ = largura inicial; Lf: largura final.
(5)	Massa Específica Aparente (g/cm ³)	$MEA = \left(\frac{ms}{mu-mi}\right) \times 100$	Ms: massa seca; Mu: massa úmida; Mi: massa imersa.

Fonte: autores (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de EDX da argila se encontra na Tabela 2. É perceptível, ao observar os dados, que a argila estudada possui uma alta quantidade de óxido de alumínio (Al₂O₃), favorecendo a predominância de uma coloração clara nas peças. No mercado consumidor de produtos da cerâmica estrutural (tijolos, telhas e lajotas) não existe uma grande busca por peças com coloração clara. Por outro lado, quando se procura matérias primas argilosas para produtos como, por exemplo, porcelanas, esmaltes, louça sanitária e de mesa, a alvura dos produtos após a sinterização é uma variável observada na escolha. Outro dado importante é a quantidade de óxido de silício (SiO₂) que ultrapassa os 60% da composição química da argila, demonstrando que esse material tem potencial para ser usado na produção de peças refratárias.

Tabela 2 – Análise de EDX da Argila.

-	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	CaO	BaO	Tm ₂ O ₃	ZrO ₂	Cr ₂ O ₃	Ir ₂ O ₃	ZnO	Rb ₂ O	SrO
%	60,36	19,97	12,87	2,63	1,86	0,97	0,82	0,19	0,09	0,08	0,06	0,03	0,02	0,02

Fonte: Autores (2019).

Na Tabela 3 se encontram os resultados finais, respectivamente a média aritmética e o desvio padrão, dos ensaios tecnológicos da argila estudada. O ensaio de absorção de água (AA%) e porosidade aparente (PA%) são proporcionais, ou seja, ambos devem ser concordantes. No caso estudado se nota que a absorção de água nos corpos de prova diminuir ao aumentar a temperatura, sendo uma tendência coerente e esperada nos materiais cerâmicos, pois os poros se fecham com a reorganização das partículas e outros fenômenos físico-químicos que ocorrem durante a sinterização. É importante destacar que nas duas primeiras temperaturas não há uma diferença acentuada dos valores de absorção, sendo esse fato observado na temperatura de 1050°C, onde as peças obtiveram um índice de absorção de apenas 7,5% de água. Esse valor é similar as propriedades técnicas encontradas em peças cerâmicas do tipo revestimento, onde, conforme dita a ABNT 13817 [3], os materiais semiporosos enquadram-se na faixa de 6% - 10% de absorção de água. Por outro lado, o ensaio de porosidade aparente (PA%), apresentou uma variação nas duas primeiras temperaturas, especificamente em 950°C. Contudo, na temperatura de 1050°C, os corpos de prova obtiveram o menor

valor de porosidade, existindo uma concordância com o resultado da absorção de água.

Tabela 3. Resultados dos ensaios realizados

Ensaio/Temperatura	AA%	PF%	RL%	PA%	MEA
850°C	14,450±0,69	11,683±2,09	2,244±0,22	18,20±1,43	1,259±0,07
950°C	13,224±0,58	12,668±0,34	3,134±0,07	18,26±0,72	1,379±0,02
1050°C	7,520±0,39	12,970±0,12	6,411±0,12	11,02±0,59	1,466±0,02

Fonte: Autores (2019).

O ensaio de perda ao fogo (PF%) se mostrou coeso, pois com o aumento da temperatura ocorreu, proporcionalmente, a perda de massa dos corpos de prova. Portanto, na temperatura mais alta encontra-se o maior índice de perda de massa. O ensaio de retração linear (RL%) apontou que com o aumento da temperatura os corpos de prova tiveram uma maior retração, isso é resultado da reorganização das partículas, formação de fase líquida na sinterização, perda de massa, entre outros fenômenos que ocorrem no processo. O ensaio de massa específica aparente (MEA) apontou uma concordância com os demais ensaios, onde a temperatura mais alta de sinterização é responsável pelo maior aumento da MEA.

As Figuras 2, 3 e 4, mostram os corpos de prova sinterizados nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1050°C, respectivamente. É perceptível que a coloração final das amostras não teve alteração entre as temperaturas, oscilando entre o bege claro e um tom mais escuro, porém ainda de queima clara.



Figura 2 – Corpos Cerâmicos sinterizados na Temperatura de 850°C.



Figura 3 – Corpos Cerâmicos sinterizados na Temperatura de 950°C.



Figura 4 – Corpos Cerâmicos sinterizados na Temperatura de 1050°C.

Outra característica observada nos corpos de prova é a ausência de empenamento, trincas e outras anomalias que poderiam ser encontradas em peças cerâmicas. A alta quantidade de óxido de silício (SiO_2) na matéria prima, possivelmente, foi responsável por essa particularidade nas peças. A argila apresentou propriedades que possibilitam seu uso para cerâmica estrutural (tijolos, telhas e lajotas), assim como na produção de peças para revestimento cerâmico, especialmente os “biscoitos”. Essa afirmação pode ser confirmada, especialmente, pelos valores de absorção de água, porosidade aparente e, por fim, a coloração dos corpos de prova.

3 CONCLUSÃO

Os dados apresentados mostram que a argila coletada em uma olaria no município de Boa Saúde, região agreste do Rio Grande do Norte, possui características tecnológicas que apontam para uma possível utilização na fabricação de peças de cerâmica estrutural e revestimentos cerâmicos. Esse fato é confirmado ao observar que os resultados dos ensaios tecnológicos que se mostraram coesos, ou seja, os dados demonstram a viabilidade técnica para o uso do material nos setores citados. Permitindo assim, concluir que a argila estudada tem potencialidade de ser usada industrialmente, devido as suas propriedades técnicas. Além disso, a alta quantidade de óxido de silício (SiO_2) pode angariar outras características e potencialidades para utilização desse material em outros setores ceramistas.

Agradecimentos

Ao programa de iniciação à pesquisa do IFRN, que nos proporcionou a oportunidade da realização desse trabalho. Ao laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do IFRN – Campus Natal Central, pela disponibilização dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

- 1 ACEVEDO, N. I. Alvarez; ROCHA, M. C. G.; BERTOLINO, L. C. **Mineralogical characterization of natural clays from Brazilian Southeast region for industrial applications**. *Cerâmica*, [s.l.], v. 63, n. 366, p.253-262, abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633662045>.
- 2 BURITI, B. M. A. B. et al. **Characterization of clays from the State of Paraíba, Brazil for aesthetic and medicinal use**. *Cerâmica*, [s.l.], v. 65, n. 373, p.78-84,

- jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132019653732534>.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.