



## A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO CERÂMICO NA FABRICAÇÃO DA CERÂMICA UTILITÁRIA DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA-PA

SANTOS, D.R.S.<sup>1</sup>, GOMES, G.S.<sup>2</sup>, SOUSA, D.J.L.<sup>3</sup>,  
VALE, S.B.<sup>3</sup>, PAIVA, R.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade Ciência e Tecnologia. e-mail:  
dayana.rossy@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Civil,

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Ciência e Tecnologia,

### RESUMO

A importância desse trabalho foi utilizar resíduos (chamote) para produzir um produto cerâmico com qualidade, eficiente e que favoreça o menor uso da matéria prima. Avaliou-se a consequência do emprego do resíduo na massa argilosa após a queima, focando na produção de panelas refratárias do município de Bragança-PA. A partir do resíduo de panelas artesanais, queimados à uma temperatura 1.000°C, obtivemos o chamote. Fez-se ensaios de caracterização (química, física e mineralógica) da argila. Produziu-se corpos de prova manualmente com magnitudes de (5, 10, 15, 20, 25) % em peso e em seguida foram queimados em forno industrial com uma temperatura análoga a utilizada nas olarias que produzem a cerâmica artesanal local. De posse do produto sintetizado, fez-se as análises das propriedades: absorção de água (AA), porosidade aparente (PA), perda ao fogo (PF), e retração linear (RLQ). Utilizou-se as micrografias por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Fluorescência de Raios X (FRX). Com acréscimo do resíduo decorreu alterações na porosidade, após a queima. De posse dos resultados encontrados, o teor de 15% comportou-se de maneira significativa para a fabricação da cerâmica em relação as outras porcentagens em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produto Cerâmico, Refratárias, Chamote, Resíduos.

### ABSTRACT

The importance of this work was to use waste (chamote) to produce a ceramic product with quality, efficient and that favors the lower use of the raw material. The effect of the use of the residue on the clay sludge after burning was studied, focusing on the production of refractory pans from the municipality of Bragança-PA. From the residue of handmade cookware, burned at a temperature of 1000 ° C, we obtained the chamote. Characterization tests (chemical, physical and mineralogical) of the clay were made. Manganese samples were produced manually with magnitudes of (5, 10, 15, 20, 25) wt.% And then burnt in an industrial oven with a temperature similar to that used in pottery making the local handmade ceramics. The properties of the synthesized product were: water absorption (AA), apparent porosity (PA), fire loss (PF), and linear retraction (RLQ). Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-Ray Fluorescence (FRX) were used. With addition of the residue, changes occurred in the porosity after burning. With the results found, the content of 15% behaved in a significant way for the manufacture of ceramics in relation to the other percentages under study.

**KEYWORDS:** Ceramic Product, Refractory, Chamotte, Waste.

## **1. INTRODUÇÃO**

A principal vantagem do emprego de resíduos cerâmicos (chamote) está no benefício que o produto conformado trará ao meio ambiente, colaborando para diminuição de resíduos descartados no ambiente, menor remoção de recursos naturais (argila) e menor gasto com disposição de chamote, resultando em benefícios ambientais e colabora com a melhoria na qualidade de vida do homem. O aproveitamento do chamote no processo industrial contribui para a diversificação de produtos aumentando seu valor e para a diminuição dos custos finais de sua produção, racionalizando a extração de matéria-prima e produzindo produtos adequados a política ambiental (BETINI, D.G, 2007; SANTOS, D.R.S; GOMES, G S, 2018)

A sinterização é um processo do chamote que ocorre quando ele deixa de ser inerte passando por uma alta temperatura. Com a queima, a massa argilosa diminui devido a presença do chamote e conseqüentemente sua densidade aparente diminui (VIEIRA et al., 2004 -2009)

Maia (2012) Afirma que a indústria da cerâmica vermelha é uma das produções mais antigas, têm pouco investimento tecnológico na produção, com baixo valor agregado e custos energéticos.

Além disso, observa-se a necessidade de fabricação de um produto eficiente e logo elevar seu valor para diversificar a produção das cerâmicas da comunidade São Mateus. As argilas utilizadas na produção desses utilitários cerâmicos são retiradas às margens do rio Caeté. A bacia hidrográfica do rio Caeté tem a nascente no município de Bonito, desaguardo no Oceano Atlântico (CPRM, 1998)

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

Da comunidade São Mateus do município de Bragança-PA adotou-se a argila. Lá confecciona-se e vende-se produtos refratários. O resíduo cerâmico utilizado nesta pesquisa foi obtido de utensílios cerâmicos descartados após a queima, a queima foi feita em média a 1.000 C°. O resíduo foi triturado, passando por peneiramento em peneira de 80# (0,0177 mm), para uma granulometria uniforme. A argila foi caracterizada com análises químicas, físicas e mineralógicas. Determinou-se as propriedades físicas. Identificou-se os materiais como: AB para a Argila de Bragança, e CH para o chamote. Para cada formulação, fez-se três corpos de prova.

### **2.2 Métodos**

Realizou-se análises químicas no LAC (laboratório de Análises Químicas do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará).

Foram utilizados os processos de amostragem. A matéria-prima foi caracterizada para obtenção da composição química e mineralógica. A caracterização química foi realizada por Fluorescência de Raios X (FRX), com amostras contendo granulometria inferior a 74 um, utilizando-se um espectrômetro por fluorescência de raios X do modelo EDX700, da marca

Shimadzu, localizado no Laboratório de Caracterização Mineral (LCM), do (IG) da UFPA. A difração de raios X (DRX) referente à caracterização mineralógica. O difratômetro utilizado foi o da marca Bruker, modelo D8- Advance, operando a 40 kV e 40 mA e com um comprimento de onda  $\lambda_{CuK\alpha} = 1,5406\text{\AA}$ .

### 2.2.1 Perda ao fogo

Para o cálculo de perda ao fogo, faz-se subtraindo o peso inicial do final, temos a equação 1 em (%). Desprezando hidratados de argilominerais.

$$PF (\%) = \frac{P1 - P2(g)}{\text{massa da amostra}} \times 100\% \quad (1)$$

$P1 =$  peso do cadinho + amostra seca

$P2 =$  peso do cadinho + amostra calcinada

### 2.2.2 Absorção de água

A absorção de água (AA) é realizada com o resultado da medição dos corpos-de-prova quando imersos. Temos em (%) a Equação 2.

$$AA(\%) = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100 \quad (2)$$

Onde:  $Mu$  = massa do corpo de prova saturado de água (g)

$Ms$  = massa do corpo de prova seco (g)

### 2.2.3 Porosidade aparente

A porosidade aparente (PA) é obtida através do princípio de Arquimedes. De posse do peso imerso das amostras, determina-se a Equação 3.

$$PA(\%) = \frac{(Mu - Ms)}{Mu - Mi} \times 100 \quad (3)$$

Onde:  $Mu$  = massa do corpo de prova úmido (g)

$Ms$  = massa do corpo de prova seco (g)

$Mi$  = massa do corpo de prova imerso em água (g)

### 2.2.4 Massa Específica

O cálculo da massa específica aparente (MEA) é feito a partir do peso dos corpos de prova úmidos e imersos, assim temos a equação 4.

$$MEA(g/cm^3) = \frac{Ms \times \rho L}{Mu - Mi} \quad (4)$$

Onde:  $Ms$  = massa do corpo de prova seco (g)

$Mu$  = massa do corpo de prova úmido (g)

$Mi$  = massa do corpo de prova imerso em água (g)

$\rho L$  = massa específica da água em (g/cm<sup>3</sup>)

### 2.2.5 Retração Linear de Queima

As dimensões dos corpos de prova foram executadas com auxílio de um paquímetro após secagem a 110 °C, por 24 horas e posteriormente após queima. Retração linear de queima (RLQ) Equação 5.

$$RLQ(\%) = \frac{C_s - C_q}{C_s} \times 100 \quad (5)$$

Onde:  $C_s$  = comprimento do corpo de prova após secagem (cm)

$C_q$  = comprimento do corpo de prova após queima (cm)

### 2.2.6 Confeção dos corpos de prova utilizando molde retangular.

Incorporou-se resíduos cerâmicos em massa argilosa com as composições de (0, 5, 10, 15, 20 e 25) %. Sendo três formulações de cada composição. O molde utilizado foi matriz em alumínio, tem medidas de 1cm de espessura, 5cm de largura e 10cm de comprimento. Como padrão adotou-se uma porção de argila com 160 gramas. Adotou-se processo de moldagem manual. Na tabela 1, tem-se a composição inicial de cada corpo de prova.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Composição dos corpos de prova.

Na tabela 1 verifica-se a composição das formulações.

**Tabela 01.** Composição inicial para a produção dos CP's (blocos).

	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Argila	160 g	152 g	144 g	136 g	128 g	120 g
Chamote	0 g	8 g	16 g	24 g	32 g	40 g
TOTAL	160 g	160 g	160 g	160 g	160 g	160 g

A tabela 2 apresenta as massas de cada corpo de prova com suas porcentagens e composição da mistura total, para a produção do corpo de prova.

**Tabela 2.** Peso dos CP's produzidos.

	0%	5%	10%	15%	20%	25%
CP 1	106 g	104 g	106 g	108 g	106 g	106 g
CP 2	102 g	100 g	102 g	100 g	108 g	108 g
CP 3	102 g	106 g	108 g	102 g	102 g	108 g

### 3.2 Difratoograma de Raios X

A figura 1 observa-se o difratograma de raios-X das lâminas orientadas da argila Bragantina. São observadas como fases cristalinas presentes caulinita, quartzo e illita. Os picos dominantes são referentes à muscovita [(KAl<sub>2</sub>.20 (Si<sub>3</sub>Al)<sub>0.97</sub> O<sub>10</sub> ((OH)<sub>1.72</sub>O<sub>0.28</sub>)] ao quartzo (SiO<sub>2</sub>) e illita [K<sub>0,7</sub> Al<sub>2</sub>(Si,Al)<sub>4</sub> O<sub>10</sub> (OH)<sub>2</sub> ]. Os picos de quartzo (Q) são

confirmados por sua intensidade, devido ao alto grau de cristalinidade em relação à caulinita .

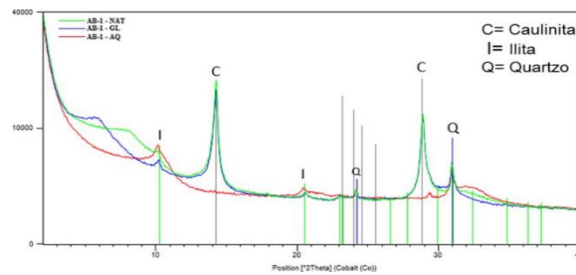


Figura 1 . Difratograma de raios X da Argila AB na lâmina orientada (DRX)

Na figura 2, vê-se picos de difração que indica a caulinita -  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , e quartzo -  $SiO_2$ . A caulinita é o argilomineral presente no caulim. Sendo este mineral responsável pela plasticidade.

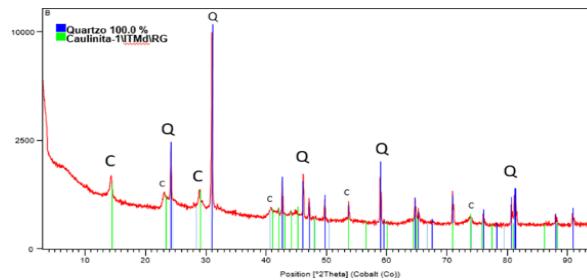


Figura 2 . Difratograma de raio X da Argila AB método do pó (DRX)

Na figura 3, citado com o método do pó sem a orientação no chamote, não exibiu a ilita, somente caulinita e quartzo.

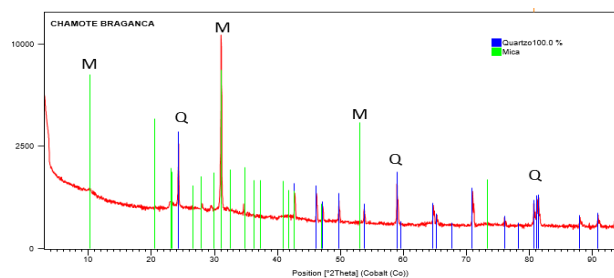


Figura 3 . Difratograma de raio X do chamote AB método do pó (DRX)

### 3.3 Fluorescência de Raios X

Realizou-se uma análise química para estimar-se os teores de cada elemento presentes nas amostras produzidas em questão. Predominantemente encontrou-se a sílica e a alumina , tendo também os aluminossilicatos como a argila e a mica muscovita. Óxidos presentes (argila): Óxido de silício ( $SiO_2$ ) apresentou 56,90%; óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) apresentou 22,60% e o óxido de ferro ( $Fe_2O_3$ ) apresentou 7,75%. Já os óxidos presentes (chamote): Óxido de silício ( $SiO_2$ ) apresentou 64,2%, o óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) apresentou 23,00% e o óxido de ferro ( $Fe_2O_3$ ) apresentou 7,50%.

Para a produção da cerâmica vermelha ser industrializada no mercado são necessário esses teores de óxidos de alumínio sílica e ferro. A Tabela 3, exibe a composição química da argila e do resíduo cerâmico (chamote).

**Tabela 3. Composição química da matéria prima estudada (% em peso).**

Composições	Matéria Prima (Argila)	Matéria Prima (Chamote)
$SiO_2$	56.90	64.20
$Al_2O_3$	22.60	23.00
$Fe_2O_3$	7.75	7.50
$TiO_2$	1.51	1.14
$K_2O$	0.99	0.89
$CaO$	0.13	0.08
$MnO$	0.018	0.016
$Zn$	0.04	0.043
PF	6	4

### 3.4 Propriedades Tecnológicas

A tabela 4, apresenta os resultados tecnológicos obtidos das características cerâmicas nos corpos de prova. A retração linear de queima variava de 2,48 a 5,37%, o que satisfaz o valor máximo desejado e recomendado por Santos (1989) para argilas caulínicas.

**Tabela 4. Valores médios das características das cerâmicas.**

Composição	PF(%)	AA(%)	PA(%)	MEA(g/cm <sup>3</sup> )	RLq(%)
0%	-	-	-	-	-
5%	23,05	10,00	17,64	1,76	5,37
10%	25,58	9,37	16,66	1,77	5,32
15%	14,41	12,02	20,7	1,69	4,22
20%	14,52	16,00	26,51	1,66	3,59
25%	14,78	16,74	27,82	1,64	2,48
Ref	-	≤25,00	≤35,00	1,50 a 2,00	2 a 17*

### 3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As Figuras (4, 5, 6 e 7), mostram micrografias do MEV da cerâmica bragantina e das composições (10%, 15% e 20%) ABCH, usou-se ampliação de 40x, 200x e 1000x. Observa-se porosidade, cavidades, fraturas e fração de fragmentos finos. A análise indica a existência de partículas irregulares, mais lamelares de diferentes dimensões granulométricas, sendo possível deduzir que possuem poros. Observa-se que ambas as composições apresentam uma textura rugosa e significativa porosidade. Esta porosidade pode ser proveniente de diversas causas. Estas causas seriam: vazios oriundos do empacotamento das partículas, eliminação de gases e vapor d'água durante a queima, bem como fissuras entre uma matriz possivelmente amorfa de alumínio-silicato e partículas de quartzo de variados tamanhos.

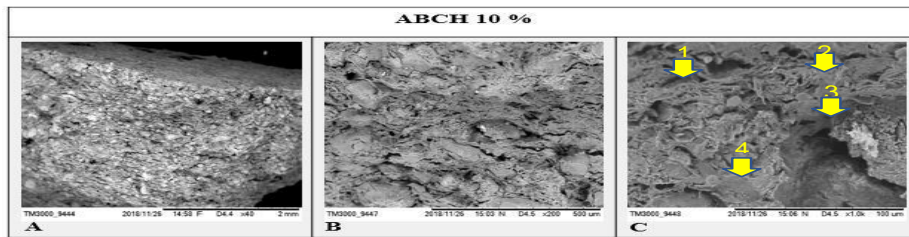


Figura 4. MEV da ABCH 10%. Aumento: [40x,200x,1000x] (A, B, C).

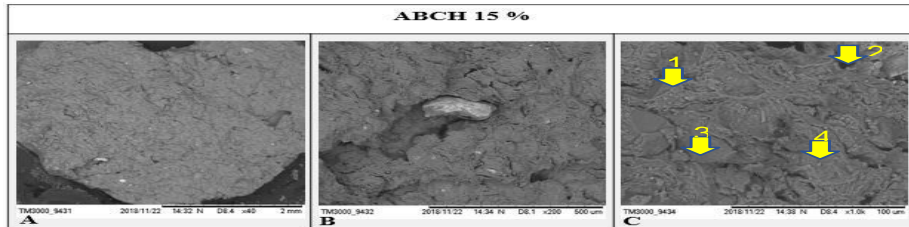


Figura 5. MEV da ABCH 15%. Aumento: [40x,200x,1000x] (A, B, C).

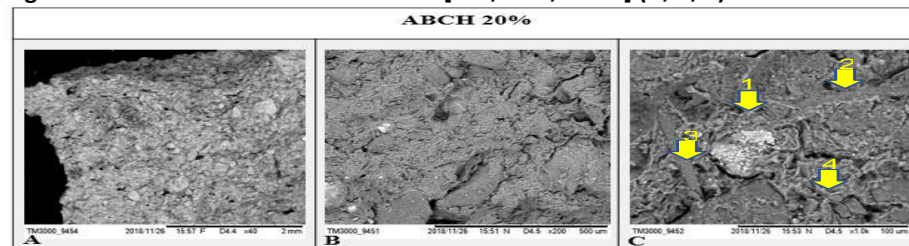


Figura 6. MEV da ABCH 20%. Aumento: [40x,200x,1000x] (A, B, C).

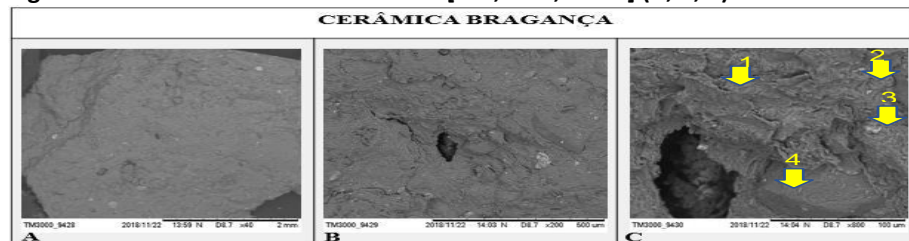


Figura 7. MEV da Cerâmica de Bragança. Aumento: [40x,200x,1000x] (A, B, C).

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização dos resíduos cerâmicos na fabricação da cerâmica utilitária Bragantina despontou que:

A argila local utilizada contém caulinita, quartzo e illita. A illita é responsável por proporcionar plasticidade alta. No resíduo cerâmico encontrou-se quartzo e muscovita.

No MEV, observou-se aparecimento de partículas que provavelmente agiriam como ponto de nucleação que favorece o aparecimento de trincas.

No DRX na argila do resíduo cerâmico, foi encontrado quartzo e mica -muscovita.

A pesquisa analisada favoreceu aumento de subsídios no tocante à argila bragantina. De posse dos corpos de prova sintetizados, foi possível observar o comportamento de suas formulações e composições. Portanto, prova-se que quanto menor quantidade de chamote na formulação submetida à temperatura de 1000°C, provavelmente não resiste e trinca. Assim, foi comprovado através da comparação dos resultados obtido, que 15% de teor de resíduo cerâmico na argila adicionado, produz um resultado satisfatório no produto final agregando eficiência e qualidade.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos laboratórios da UFPA *Campus* Belém e ao *Campus* Ananindeua.

## 5. REFERÊNCIAS

CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia-PRIMAZ. Mapa Geológico e Mapa de Favorabilidade para tipos de Jazimentos Minerais. MUNICIPIO DE BRAGANÇA.1998.

GOMES, G. S. Efeito da incorporação do chamote em argilas para a produção de cerâmicas utilitárias no distrito de Icoaraci, Belém – PA. [Trabalho de conclusão de curso]. FCET - UFPA, Ananindeua. 66 f. 2018.

SANTOS, D. R. S. Efeitos da incorporação do chamote no processamento e microestrutura da cerâmica utilitária do Município de Bragança-pa. [Trabalho de conclusão de curso]. Fcet - ufpa, Ananindeua. 74 f. 2018.

VAN VLACK, Lawrence H. Princípios de Ciência dos Materiais. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

Betine D.G. Inovação na Tecnologia de Produtos de Cerâmica Vermelha com uso de chamote em São Miguel do Guamá. [Dissertação de Mestrado]. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil UFPA, Belém-PA; 2007.