



ESTUDO DA INFLUÊNCIA GRANULOMÉTRICA NAS PROPRIEDADES DOS PRODUTOS CERÂMICOS DO MUNICÍPIO DE BOA SAÚDE – RN¹

Flanelson Maciel Monteiro²

Rubens Maribondo do Nascimento³

Tércio Graciano Machado⁴

José Leonaldo de Sousa⁵

Renata Ferreira de Sousa⁵

Samara de Melo Valcacei⁶

Resumo

A granulometria tem grande influência na qualidade dos produtos cerâmicos, podendo interferir nas principais características que esses produtos possuem; como a resistência a compressão, a porosidade, a absorção de água e até mesmo as propriedades estéticas podem ser modificadas pela granulometria da matéria-prima utilizada no processo de fabricação. O município de Boa Saúde fica localizado na região do Agreste Potiguar, possuindo na sua economia uma posição de destaque para produção de cerâmica branca, sendo os principais produtos: Tijolos maciços, telhas e artesanatos. Todavia, verificou-se que a matéria-prima utilizada na fabricação dos produtos possuía uma faixa granulométrica composta em sua maioria por grãos grosseiros, causando aos produtos defeitos estruturais e na estética. Dessa forma, os produtos tendem a possuir baixa aceitação e conseqüente ascensão no mercado regional. O objetivo deste trabalho é verificar e analisar os principais defeitos encontrados nos produtos cerâmicos do município de Boa Saúde e propor melhorias, inclusive uma faixa granulométrica adequada para a melhoria na produção.

Palavras-chave: Análise granulométrica; Cerâmica branca; Município de Boa Saúde

STUDY ON PROPERTIES OF PARTICLE SIZE OF CERAMIC PRODUCTS IN THE CITY BOA SAÚDE - RN

Abstract

The particle size greatly influences the quality of ceramics, it can interfere with the main features that these products have. The compressive strength, porosity, water absorption and even the aesthetics of the products can be modified by the particle size of raw material used in the manufacturing process. The City of Good Health is located in the arid region RN, has its economy in the production of white ceramic, with the main products: Solid bricks, tiles and handicrafts. However, it was found that the raw material used to manufacture products of the municipality has a particle size with coarse grains, leading to product defects, mainly in the aesthetics of the products. The main consequence of these problems in the products of its rise in the regional market. This work is verifying and analyzing the main defects found in the ceramics town of Good Health and propose improvements, including a range of particle size suitable for production.

Key words: Grain size; White ceramic; City de Boa Saúde

¹ ¹ *Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.*

² *Mestrando em Engenharia Mecânica – PPGEM/ UFRN*

³ *Professor Doutor do Departamento e da Pós Graduação em Engenharia Mecânica – UFRN*

⁴ *Professor Mestre da Diretoria em Educação Industrial - IFRN*

⁵ *Graduando em Tecnologia em Fabricação Mecânica – IFRN*

⁶ *Mestranda em Engenharia e Ciências dos Materiais – PPGCEM/UFRN*



1 INTRODUÇÃO

Os produtos cerâmicos são extremamente necessários para o desenvolvimento da humanidade. Desde os tempos mais remotos da civilização, onde os homens viviam de forma rústica eles estiveram presentes e durante todo o processo histórico da civilização a cerâmica se desenvolveu tecnologicamente. Há peças cerâmicas (tigelas e vasos) encontradas no subsolo com idades que giram em torno de milhares de anos e são exemplos clássicos das primeiras evidências das peças cerâmicas no cotidiano da humanidade.

Acompanhando a trajetória da humanidade, encontramos fatos históricos que comprovam o uso dos produtos cerâmicos: nos Jardins Suspensos da Babilônia, existe o registro do uso de tubos cerâmicos na irrigação, estes também foram usados pelo Rei Salomão para abastecer Jerusalém. Esses fatos são indicativos da utilização da cerâmica em grandes obras nos períodos mais variados da humanidade. No Brasil os primeiros registros da utilização de produtos cerâmicos pelo homem foram descobertos na ilha de Marajó, no Estado do Pará. Contudo, a produção ceramista como linha industrial no Brasil, remonta para o período colonial, com predominância para cerâmica vermelha (Telhas e Tijolos). As telhas, por exemplo, eram confeccionadas nesse período através do processo de conformação manual, utilizando a mão de obra escrava onde usaram as pernas para darem formas às peças.⁽¹⁾

A produção em escala industrial com avanços tecnológicos significativos dos produtos cerâmicos é bem recente no Brasil. Os protagonistas nessa grande partida foram às olarias que são definidas como sendo pequenas empresas, sem grandes estruturas e faltando a padronização dos produtos. Porém através delas, eles se popularizaram, e como consequência teve-se a substituição gradativa por indústrias com técnicas mais sofisticadas. Todavia a busca por melhoria nas propriedades dos produtos cerâmicos foi um dos requisitos solicitados pelos empresários da Construção Civil no processo de solidificação da sociedade moderna no Brasil, sendo esse um dos motivos pelos quais as olarias artesanais diminuiriam durante os últimos anos. É importante ressaltar que indústrias semi-artesanais ainda sobrevivem nos lugares mais longínquos do país, onde a qualidade nos produtos é de certa forma um quesito secundário.

Atualmente a produção ceramista no Brasil é de suma importância para balança comercial do país, sendo responsável por cerca de 1,25 milhões de empregos indiretos e faturando 6 bilhões de reais. A ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) coloca a disposição os dados desse setor tão importante para análise. Além disso, outros setores cerâmicos também contribuem para alavancar o PIB brasileiro: o setor de cimento, o setor de revestimentos e o setor de louças. Na Tabela 1, temos os dados do setor de cerâmica vermelha.⁽²⁾

Tabela 1: Dados do Setor de Cerâmica Vermelha no Brasil⁽²⁾

	Nº de Empresas (Aproximadamente)	% Aproximada na área	Prod./Mês (Nº de Peças)	Consumo- Ton/Mês (Matéria Prima: Argila)
Blocos/Tijolos	4820	63%	4.000.000.000	7.800.000
Telhas	2509	36%	1.300.000.000	2.500.000
Tubos	12	0,1%	325,5Km*	

1.1 Definições e Conceitos

A argila é um material encontrado na natureza, não renovável, porém após os seus produtos serem sinterizados, existem poucas possibilidades de reciclagem até o momento atual, sendo seu re-uso direcionado após queima como chamote ou aplicações menos nobres. Outra característica importante são suas idades geológicas que correspondem a milhares de anos. Segundo Santos,⁽³⁾ elas são terrosas e possuem granulometria fina, adquirindo certa plasticidade quando umedecida com água. Quimicamente são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio. Denomina-se ainda “argila” um grupo de partículas do solo cujas dimensões se encontram entre uma faixa específica de valores.

Ainda, conforme Gomes,⁽⁴⁾ a argila é o principal componente da cerâmica estrutural, participando da composição da massa cerâmica como matéria-prima específica, acessória ou alternativa, e no esmalte cerâmico. Formada por grande quantidade de material amorfo, predominando o cristalino, a argila não é um mineral, mas sim, um agregado de minerais e substâncias coloidais.

A qualidade dos produtos cerâmicos é extremamente ligada às propriedades das argilas e suas características, tais como: granulometria, composição mineralógica, plasticidade, liquidez, sua curva de queima, dentre outras propriedades que podem influenciar na qualidade das peças.

Segundo Meira,⁽⁵⁾ a granulometria é uma das características mais importantes dos minerais argilosos e que dominam muitas das suas propriedades. Na cerâmica estão dependendo da dimensão, da distribuição e da forma do grão, propriedades tais como plasticidade das pastas, a permeabilidade e a resistência em verde e em seco dos corpos cerâmicos.

O uso da faixa granulométrica correta na fabricação de um produto cerâmico eleva sua qualidade, entretanto o processo inverso causa danos irreversíveis aos produtos. Esses defeitos podem afetar desde a estética, como anomalias que causam o aparecimento de grãos não uniformes na superfície e podem chegar a afetar diretamente a resistência mecânica das peças. Estudos com o intuito de obter a faixa granulométrica adequada para produção de produtos com propriedades mecânica melhores têm contribuído para diminuir o desperdício e conseqüentemente a redução do custo final.

O Estado do Rio Grande do Norte possui no seu território mais de duzentas indústrias cerâmicas. A produção predominante é de tijolos, telhas e lajotas fabricadas com argila vermelha. As Indústrias de cerâmica branca no Estado são escassas, a produção é pequena e na maioria são apenas de tijolos maciços, além de uma tímida produção de telhas.

Especificamente no município de Boa Saúde, localizado na região do Agreste Potiguar, existem olarias com produção de peças usando argila branca. As olarias locais produzem telhas e tijolos com argila branca de forma rústica, sem padronização e com falhas estruturais visíveis. Geralmente esses produtos de cerâmica branca são usados em casas de praia e possuem um custo mais alto se comparados com os produzidos com argila vermelha.

Dentre os problemas detectados nos produtos de cerâmica branca de Boa Saúde, a granulometria não uniforme é um dos principais. O resultado perceptível são falhas na conformação dos produtos e superficiais que comprometem a estética e as propriedades estruturais. Na Figura 1 podemos verificar dois exemplos dos produtos confeccionados no município.



Figura 1 – Tijolo maciço e telha comum de argila caulínica de Boa Saúde-RN.

1.2 Objetivo

O objetivo geral desse trabalho é verificar e analisar os principais defeitos encontrados nos produtos cerâmicos do município de Boa Saúde e propor melhorias, inclusive uma faixa granulométrica adequada para esses produtos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 As Argilas e Confeção dos Corpos de Prova

As argilas estudadas nesse trabalho foram trazidas de uma olaria localizada na zona rural do município de Boa Saúde, onde estavam estocadas no depósito de matéria-prima dessa empresa. As argilas foram previamente trituradas para facilitar o manuseio do material e também possibilitar as outras etapas do processamento.

O material retirado foi então dividido: a primeira parte foi cominuída num almofariz, para continuar com a granulometria original, sem necessitar da utilização de peneiras com mesh definido, sendo as amostras confeccionadas nesse processo denominadas de Grupo A. Nessas condições é possível verificar as propriedades tecnológicas dos corpos de prova com as mesmas condições que se encontram os produtos cerâmicos que usam a faixa granulométrica escolhida. O processo de preparo da segunda parte da argila foi realizado com a cominuição num almofariz e logo após todo o material foi peneirado numa peneira de mesh 35, sendo denominadas de amostras do Grupo B.

Cada grupo resultou na confecção de doze amostras de 12 g cada e foram fabricadas através do método de compactação uniaxial em uma prensa hidráulica Marcon com pressão de 2,5 toneladas. Foi utilizada uma matriz de aço de 60 mm x 20mm. Na Figura 2, temos o molde da matriz e logo em seguida, na Figura 3, tem-se o desenho ilustrativo do corpo de prova.

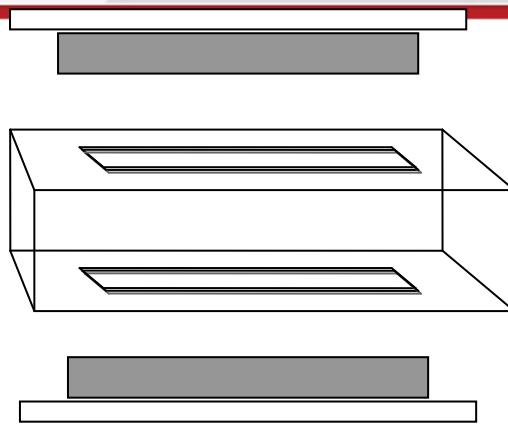


Figura 2 - Esquema da matriz de aço.

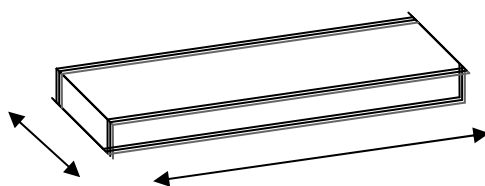


Figura 3 - Projeto ilustrativo do corpo de prova.

Na Figura 4, pode-se observar o aspecto de uma parcela dos corpos de prova confeccionados.



Figura 4 – Imagem com os corpos de Prova antes da queima.

2.1 Sinterização

Depois da compactação os corpos de prova foram colocados numa estufa pelo período de 24 horas a 110°C, eliminando-se toda a umidade presente. Posteriormente as amostras foram sinterizadas em três temperaturas: 850°C, 900°C e 950°C. A taxa de aquecimento foi de 10°C/min. O forno utilizado foi uma mufla de marca JUNG - modelo 0713. As temperaturas escolhidas para sinterização são baseadas na média de aquecimento dos fornos do município de Boa Saúde.

2.2 Ensaio

Os ensaios de pós-conformação são feitos para determinar as principais propriedades encontradas nas amostradas estudadas.

Ensaio de Absorção de água: Estabelece a relação entre a massa de líquido absorvida pelo organismo saturado do teste de líquido e do peso do corpo seco do ensaio, a fórmula utilizada é mostrada na equação 1:

$$AA(\%) = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

AA (%) – é o percentual de absorção de água;

Mu – é a massa úmida dos corpos de prova;

Ms – é a massa seca dos corpos de prova;

Ensaio de Retração Linear: É a relação entre o comprimento inicial do corpo de prova verde e o comprimento após a queima. A fórmula para determinação da retração linear é mostrado na equação 2.

$$\% \Delta L_s = \frac{L_o - L_{ii}}{L_o} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

$\Delta L_s\%$ = Retração Linear

L_o = Comprimento do Corpo de Prova a Verde,

L_{ii} Comprimento = Depois da Queima.

Ensaio de Porosidade: É a relação entre o volume de poros abertos do corpo de prova e o volume aparente da mesma formula, que a porosidade é mostrado na equação 3.

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

Onde:

Pa = Porosidade Aparente

Mu = peso do corpo de prova úmido,

Ms = Massa do corpo de prova seco,

Mi = peso do corpo prova imerso

Ensaio de Flexão em Três Pontos: É definida como a máxima tensão de tração, localizado em uma imperfeição do material, também conhecido como módulo de ruptura. Ela é expressa em MPa e definida pela equação 4.

$$TRF = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (4)$$

Onde:

TRF = Tensão de ruptura à flexão;

F = Carga no momento da fratura;

L = Distância entre os pontos de apoio;

b = Base do corpo de prova;

d = Altura do corpo de prova.

A caracterização Química: As argilas foram caracterizadas usando a técnica de Difração de Raios-X – DRX. Essa técnica fornece informações sobre a composição de forma qualitativa do material analisado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 5 e 6 tem-se a absorção de água das amostras do grupo A e B, respectivamente, em conformidade com as temperaturas de queima.

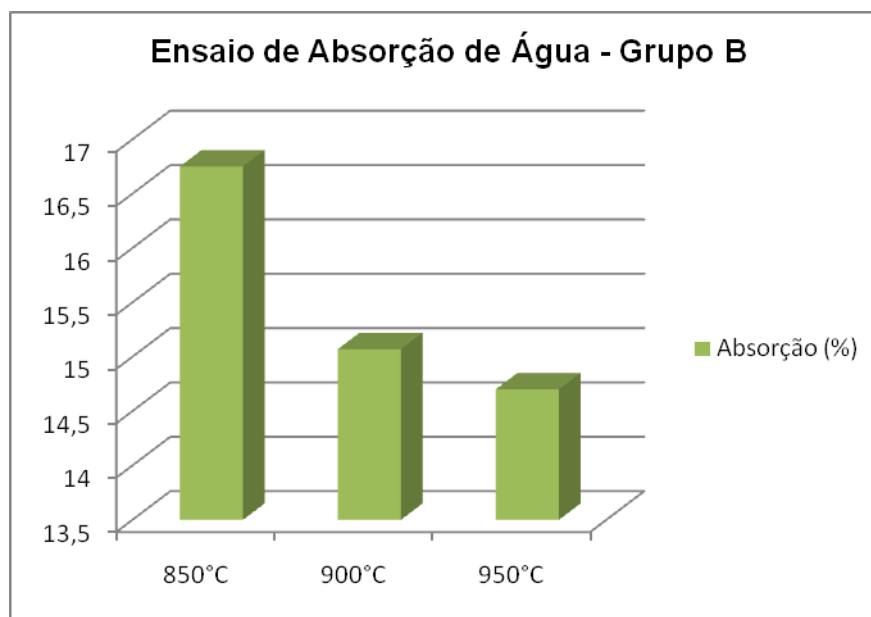


Figura 5 – Ensaio de Absorção – Grupo B.

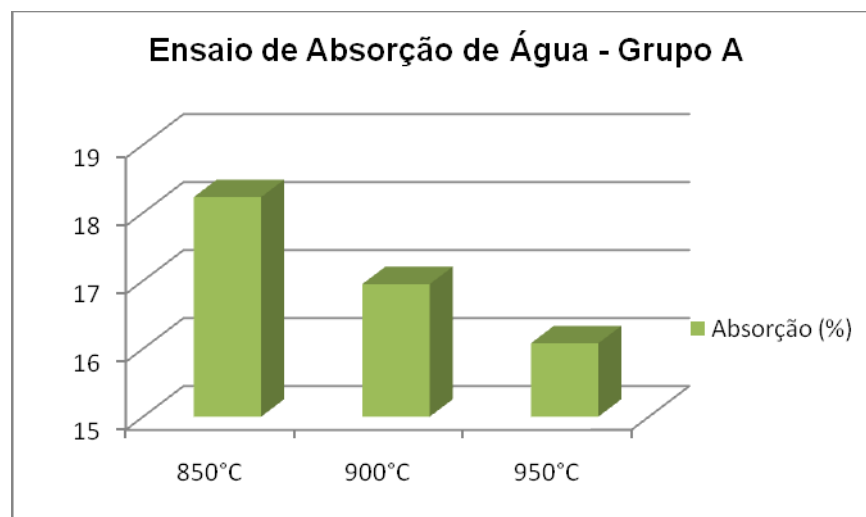


Figura 6 – Ensaio de Absorção – Grupo A.

Analisando-se os gráficos percebe-se que a diferença entre os grupos A e B não é tão significativa, porém percebe-se que quanto menor o tamanho de partícula e uma melhor distribuição, melhor será o índice de absorção de água. Todavia ambos os grupos obtiveram índices de absorção menores que 20%, sendo um resultado satisfatório para produção de produtos da cerâmica tradicional. Os resultados de cada grupo correspondem as médias dos valores das amostras. Dessa forma, o

desvio padrão calculado do grupo A foi de 0,10 e o desvio padrão do grupo B foi de 0,73.

O resultado do ensaio de porosidade encontra-se nos gráficos das Figuras 7 e 8. Neles podemos perceber coerência com o ensaio de absorção. O grupo A formado com argila grossa, obteve maior absorção; entretanto a diferença entre os resultados dos grupos é mínima. O desvio padrão calculado para o grupo A foi de 0,003 e para o grupo B 0,01. A porosidade em ambos os grupos se encontra menor na temperatura de 950°C.

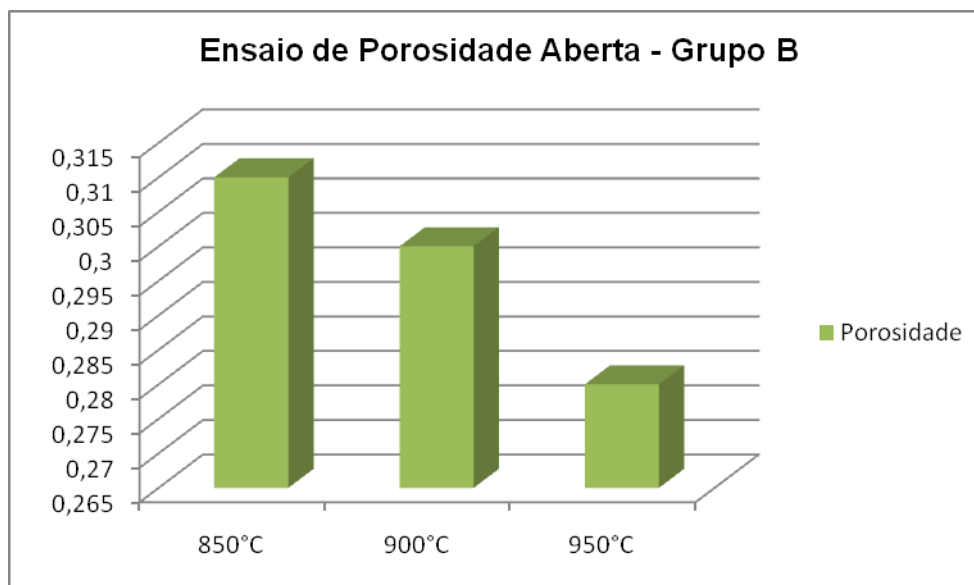


Figura 7 – Ensaio de Porosidade Aberta – Grupo B.

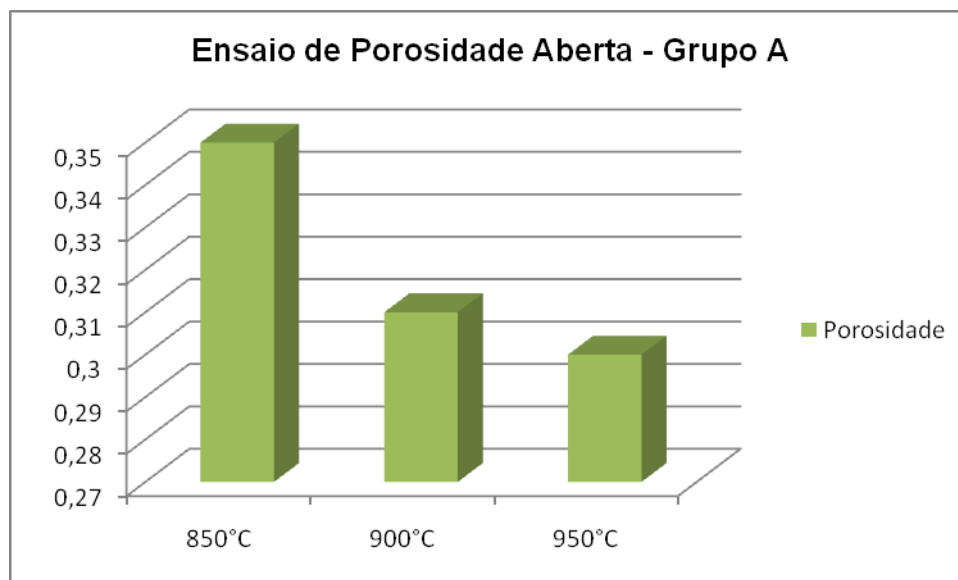
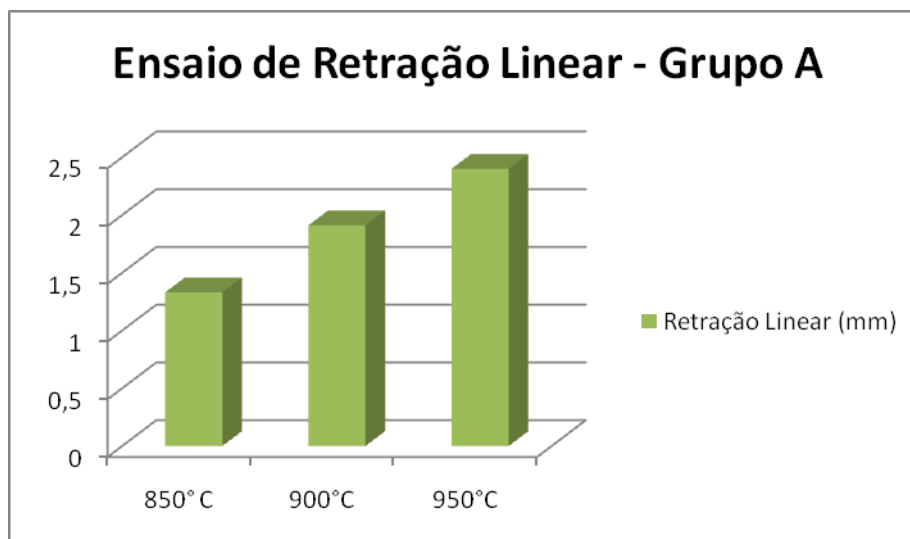
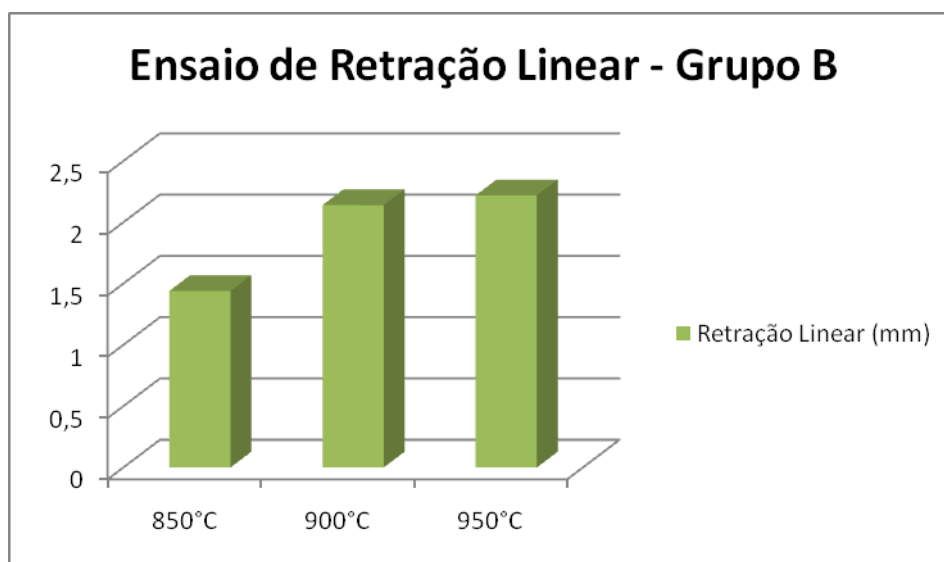


Figura 8 – Ensaio de Porosidade Aberta – Grupo A.

Na retração linear, o grupo A obteve a maior índice de retração na temperatura de 950°C, porém nas demais se manteve com as dimensões com poucas alterações conforme Grupo B, conforme Figuras 9 e 10. O desvio padrão calculado para o grupo A foi de 0,22 e para o grupo B de 0,27.


Figura 9 – Retração Linear- Grupo A.

Figura 10 – Retração Linear do Grupo B.

O resultado do ensaio de Flexão em Três Pontos, conforme Tabela 2, demonstra que a granulometria padronizada eleva significativamente a resistência mecânica do produto final. As amostras do grupo B apresentaram uma resistência mecânica maior em comparação com o Grupo A, que corresponde a granulometria usada pelos produtores locais.

Tabela 2 - Resistência a Flexão em Três Pontos (Kgf)

GRUPOS/ TEMPERATURA	850°C	900°C	950°C	Desvio Padrão Calculado $S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$
GRUPO A	2,15	2,71	3,58	0,25
GRUPO B	3,6	3,64	4,09	0,35

Na Figura 11, tem-se o resultado da Difração de Raios-X – DRX. Em conformidade com a análise química, percebe-se o alto índice da espécie caulinitica que caracteriza a argila branca da região de Boa saúde.

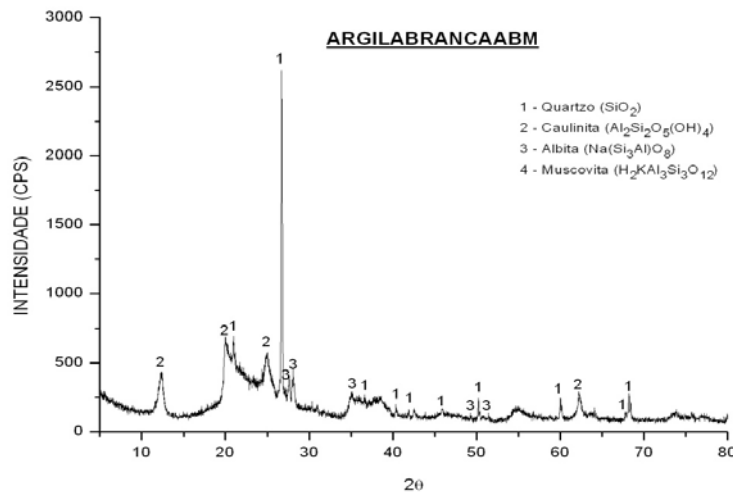


Figura 11 – Resultado do DRX.

4 CONCLUSÃO

Analisando-se os resultados obtidos se chegou as seguintes constatações e conclusões finais diante do estudo realizado:

- Os ensaios de absorção de água, porosidade e retração linear demonstraram que uma melhor distribuição de partícula e uniformização na granulometria das matérias-primas utilizadas proporcionaram a obtenção de um produto final de qualidade sugestivamente melhor aos produzidos atualmente pelas olarias locais; embora as diferenças entre os grupos A e B tenham sido relativamente pequenas.
- O ensaio de Resistência à flexão em três pontos demonstra que a padronização da granulometria aumenta significamente a resistência mecânica;
- A estética dos produtos é prejudicada pela falta de controle sobre uma faixa granulométrica que apresente grãos menores de matéria-prima.

A indústria de Cerâmica tradicional de cor branca no Estado do Rio Grande do Norte possui um mercado para expansão, porém são necessários mais avanços tecnológicos e capacitação da mão-de-obra para efetivar com qualidade os anseios dos consumidores.

Finalizando-se, denota-se preliminarmente que os produtos fabricados em Boa Sorte possuem condições de competição no mercado local e regional, desde que sejam realizadas reformas estruturais nas empresas, com melhor qualificação da mão-de-obra utilizada; além do controle mais preciso das matérias-primas e controle do produto final.



REFERÊNCIAS

- 1 TRADIÇÃO Disponível em:
<http://www.inctam.com.br/tubo_ceramico%20folha%20nova.htm#Tradi%C3%A7%C3%A3o .. > Acesso em: 15 Fev. 2011
- 2 DADOS OFICIAIS DA ANICER. Disponível em:
<<http://www.anicer.com.br/index.asp?pg=institucional.asp&secao=3&categoria=60&selMenu=3> .. > Acesso em: 02 de Fev. 2011
- 3 SANTOS, P. S. Ciência e Tecnologia das Argilas, v. 1, 2. ed., São Paulo: Edgar Blücher, 1989. 408p.
- 4 GOMES, C. B. Técnicas Analíticas instrumentais aplicadas à geologia – microsonda eletrônica: princípios e aplicações na geologia. Edgar Blücher, 1985.
- 5 MEIRA, J. M. L. Argilas: O que são, suas propriedades e classificação – Comunicações Técnicas. 2001. Disponível em:
<http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA_com09.pdf > Acesso em: 06 de Fev. 2011