

## **INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE SCHEELITA EM MASSA CERÂMICA PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS**

Yarley E. Silva<sup>1</sup>, Tércio G. Machado<sup>2</sup>, Daíla M. C. Moreira<sup>3</sup>, Raimison B. Assis<sup>4</sup>, Patrícia N. Medeiros<sup>5</sup>.

1. Estudante do curso técnico integrado em eletromecânica - IFBA

2. Prof. Dr. do curso técnico integrado em eletromecânica – IFBA

3. Técnica em eletromecânica – IFBA

4. Prof. Dr. do curso técnico integrado em eletromecânica – IFBA

5. Profa Dra. do curso técnico integrado em eletromecânica – IFBA / Orientadora

### **Resumo:**

Cerâmica vermelha estrutural é uma cerâmica com finalidade estrutural de sustentar cargas, sendo feita com matérias primas vermelhas de alta resistência e queimas perfeitas. O objetivo deste trabalho é investigar a viabilidade técnica do uso de resíduos de scheelita na produção de blocos cerâmicos estruturais. Neste estudo foram preparados quatro grupos de amostras com 0, 10, 20 e 30% de resíduo. As matérias-primas utilizadas foram caracterizadas por DRX e FRX. As amostras foram secas a 100°C por 24h e compactadas à frio com pressão de 2,5 MPa em uma prensa uniaxial e sinterizadas a 900 e 1000°C durante 1 h, com taxa de aquecimento de 10°C/min. Após a queima foram realizados os ensaios tecnológicos de Retração Linear, Absorção de Água, Porosidade Aparente e Perda ao Fogo. Após a análise dos resultados, a formulação que apresentou as melhores propriedades foi com 10% de resíduo mineral, apresentando desempenho satisfatório para fabricação de tijolos cerâmicos; segundo as normas da ABNT.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Tijolos; Cerâmica Estrutural.

**Apoio financeiro:** Este trabalho foi apoiado pela PRPGI-IFBA (Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia).

### **Introdução:**

Nas últimas décadas o Brasil passou por várias fases exploratórias distintas. Todas ditadas pelo mercado mundial e pelas suas expectativas. A evolução foi drástica. Mudaram as commodities, a metodologia, a tecnologia, os enfoques, a estratégia e a eficiência. Independente dessa imensa evolução ainda é necessário o mais importante: o ser humano que irá digerir e transformar todos estes parâmetros em uma descoberta: o exploracionista. Segundo o mapa geológico mais recente do Rio Grande do Norte, há 2 mil pontos analisados que produziram ou produzem algum tipo de mineral. O Rio Grande do Norte é o 4º produtor nacional de recursos minerais do Brasil. Aqui, entre outras coisas, tem ferro, ouro, tantalita, diatomita, petróleo, gás natural, calcário, feldspato, sal marinho, quartzo, caulim, rochas ornamentais, água mineral, pedras preciosas, além da scheelita, fonte do tungstênio. A primeira mina desse mineral foi descoberta em 1942 – a Quixaba, em Santa Luzia, na Paraíba. Depois vieram as minas Quixeré, em São João do Sabugi e Malhada dos Angicos, em Santana do Seridó. Em 1943 foram a Brejuí, Barra Verde e Malhada Limpa, em Currais Novos, RN. A produção cresceu rapidamente neste ano, pois já eram conhecidas cerca de 60 minas e garimpos de scheelita em produção, distribuídas entre os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Atualmente o RN produz 40 toneladas de scheelita por mês, uma produção insignificante, visto que o Rio Grande do Norte tem a maior reserva do Brasil desse produto. Segundo o presidente do Fórum Empresarial do RN, Manoel Montenegro Filho, duas grandes empresas são responsáveis por 90% dessa exploração e o restante é oriundo de 50 pequenos garimpos espalhados pela região do Seridó e parte da região Oeste do Estado. Segundo o geólogo Otacílio Oziel de Carvalho, só de resíduos as 14 minas existentes em Currais Novos-RN totalizam cerca de 10 milhões de toneladas, por outro a indústria da construção civil é, notadamente, uma das grandes absorvedoras de resíduos sólidos minerais. Buscando unir experiências e informações técnicas que favoreçam o desenvolvimento sustentável, com importantes benefícios ao setor da construção civil e à sociedade em geral, o presente trabalho apresenta como proposta central o desenvolvimento de blocos cerâmicos estruturais com adição do resíduo mineral da exploração de scheelita.

### **Metodologia:**

As seguintes etapas compõem a metodologia adotada no desenvolvimento deste trabalho:

- Matérias-primas: Captação *in locu* das matérias-primas a serem utilizadas no projeto (resíduos minerais e argilas);
- Preparação das matérias-primas para a Caracterização: Secagem, Moagem, peneiramento e Seleção;
- Caracterização das matérias-primas: Análise Química por Fluorescência e Difratomia de Raios-X (FRX e DRX);
- Formulação das massas cerâmicas;
- Preparação dos corpos de prova;
- Sinterização nas temperaturas de 900 e 1000°C;
- Caracterização Física dos corpos de prova: Propriedades Tecnológicas (Retração Linear, Absorção de Água, Porosidade Aparente e Perda ao Fogo).

Neste trabalho foram utilizadas duas argilas – 1 e 2 e o resíduo de scheelita. A formulação dos compósitos cerâmicos foi preparada através da mistura a seco, sendo umidificados com 10% em massa de água. Foram preparadas quatro formulações, conforme Quadro 1, sendo confeccionado um total de 40 amostras, com granulometria < 200 mesh (argila) e 60 mesh para o resíduo.

**Quadro 1** - Formulações das massas cerâmicas.

<b>FORMULAÇÕES</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Argila 1</b>	50%	40%	30%	30%
<b>Argila 2</b>	50%	50%	50%	50%
<b>Resíduo de Scheelita</b>	0%	10%	20%	20%

Posteriormente foi realizada a compactação em matriz metálica (dimensões 60x20x5mm) e pressão de compactação de 20 MPa. Após a compactação os corpos de prova foram colocados numa estufa por um período de 24 horas, numa temperatura em torno de 100°C, para eliminação da umidade presente. Em seguida foram sinterizados nas temperaturas de 900 e 1000°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min, com patamar de queima de 1 hora após atingir temperatura desejada. O forno utilizado foi o tipo Mufla, marca JUNG - modelo 0713. Assim, deram-se início as caracterizações físicas, onde o ensaio de Absorção de Água estabeleceu a relação entre a massa de líquido absorvida pelo corpo-de-prova saturado de líquido e o peso do corpo de prova seco, o ensaio de Porosidade Aparente mostrou a relação entre o volume de poros abertos do corpo-de-prova e o volume aparente do mesmo. O ensaio de Retração Linear seu deu na relação entre o comprimento inicial do corpo-de-prova verde e o comprimento após a queima, e o Ensaio de Flexão em Três Pontos que consistiu na aplicação de uma carga crescente no centro do corpo de prova, apoiado em dois pontos. A carga aplicada parte de um valor inicial igual a zero e aumenta lentamente até a ruptura do corpo de prova. Neste ensaio foi utilizada uma barra biapoiada com aplicação de carga no centro da distância entre os apoios, ou seja, existiram três pontos de carga, portanto denominando-se ensaio de flexão em três pontos. Os corpos de prova foram ensaiados em uma prensa universal de ensaios mecânicos com velocidade de carga de 0,5 mm/min.

### Resultados e Discussão:

Os resultados da análise química de fluorescência de Raios-x das matérias primas estão mostrados nos Quadros 2, 3 e 4.

**Quadro 2** - FRX da argila 1

<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>SrO</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>CaO</b>
82,247%	9,213%	4,643%	1,564%	0,767%	0,208%	0,173%	0,135%)

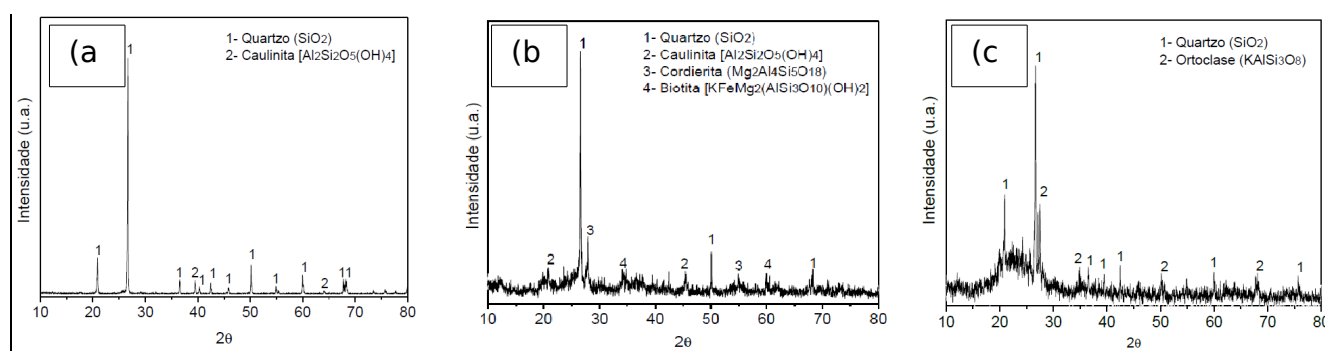
**Quadro 3** - FRX da argila 2

<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>ZrO<sub>2</sub></b>	<b>MnO</b>	<b>SrO</b>
42.64%	23.61%	22.77%	3.70%	3.02%	1.87%	0.99%	0.78%	0.24%	0,16%

**Quadro 4** - FRX do resíduo de scheelita

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	CaO	ZnO	MnO
78,7%	10,2%	5,34%	2,20%	2,17%	0,79%	0,37%	0,05%	0,05%

Nos resultados da análise química de fluorescência de Raios-x nas argilas 1 e 2, observou-se que o principal óxido presente é o SiO<sub>2</sub> (sílica), com o teor respectivamente de 82,24% e 42,64%. Isto indica a presença de silicatos e sílica livre, o que permite uma redução na plasticidade da argila. O segundo óxido em maior proporção é o óxido de ferro Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, com teor respectivamente de 9,21% e 23,61%, o qual influencia na tonalidade (cor) do corpo cerâmico, e também reduz a plasticidade. Outro óxido presente é o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alumina) apresentando-se com o teor de 4,64% na argila 1 e 22,77% na argila 2; atuando na plasticidade dos corpos de prova. A Figura 1 mostra os difratogramas das argilas 1 e 2 e do resíduo mineral de scheelita.

**Figura 1** - Difratograma de Raio X. (a) argila 1; (b) argila 2; (c) resíduo de Scheelita.

Os difratogramas realizados confirmam a análise mineralógica dessas matérias-primas. No DRX da argila 1, percebeu-se a predominância da sílica (SiO<sub>2</sub>) na forma de quartzo, picos intensos de caulinita [Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>]. Essa fase é um dos fatores responsáveis pela plasticidade da argila. No DRX da argila 2, observou-se a presença com predomínio da (SiO<sub>2</sub>) na forma de quartzo, sendo um elemento que auxilia na perda da plasticidade, e com pequenos picos de Cordierita e Biotita que são elementos fundentes e que caracterizam a argila como não plástica. No DRX do resíduo mineral de scheelita verificou a ascendência intensa da sílica (SiO<sub>2</sub>) na forma de quartzo, elemento responsável pela ausência de plasticidade, apresentando pico intenso de Ortoclase (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Analisando o comportamento ensaio de perda de massa ao fogo das formulações A, B, C e D ou seja, com 0%, 10%, 20% e 30% de resíduo de scheelita, pode-se perceber que a perda de massa se elevou com o aumento da temperatura. Na temperatura de 1000°C a formulações B foi a que apresentou maior perda de massa. Observou-se que nas formulações B, C e D, ou seja, com 10%, 20% e 30% de resíduo de schellita, respectivamente, houve uma redução da retração linear de queima com o aumento da temperatura. Já para a composição A, formada pela mistura das argilas, observa-se uma pequena elevação da retração linear, comparando-se com os resultados obtidos das outras formulações. Percebe-se também, que ao aumentar a quantidade de resíduo de scheelita na formulação, ocorre uma menor retração das amostras. Analisando-se o comportamento dos resultados das formulações A, B e C, foi possível verificar uma redução na absorção de água com o aumento crescente da temperatura de queima. O resultado da formulação D permaneceu praticamente inalterado com o aumento da temperatura, porém absorveu uma grande quantidade de água. Observa-se que o aumento da quantidade de 10% de rejeito na massa cerâmica contribuiu para uma redução absorção de água, porém quantidades acima de 20% contribuíram para uma maior taxa de absorção. A composição A, com 0% de rejeito de scheelita apresentou uma brusca variação com o aumento da temperatura, diminuído a porosidade aparente. As formulações B e C com 10% e 20% do resíduo, exibiram respectivamente comportamentos praticamente inalterados com a elevação da temperatura. Já a formulação D, que possui 30% de resíduo de scheelita, apresentou elevação na taxa da porosidade com o aumento da temperatura. Pode-se observar que na temperatura de 900°C a formulação B foi a que apresentou menor porosidade aparente, e a 1000°C a formulação A.

### Conclusões:

Analisando os resultados obtidos proveniente dos ensaios tecnológicos relacionados as incorporações de resíduo de scheelita nas argilas 1 e 2 percebemos que o aumento do resíduo de scheelita faz com que não houvesse grande variação na tonalidade das peças obtidas que partiram de uma coloração vermelho escuro a um vermelho mais claro. A formulação B, com 10% de resíduo, na temperatura de queima de 1000°C, apresentou os melhores resultados de desempenho. A formulação D, com 30% de resíduo mineral não apresentou resultados satisfatórios como alternativa para aplicação na produção de blocos cerâmicos estruturais, porém, as formulações A, B e C apresentaram valores de absorção de água abaixo de 20%;

indicando um favorecimento na qual podem ser utilizadas para fabricação dos materiais cerâmicos, especificamente as telhas (Norma ABNT 15.310) e blocos (Norma ABNT 15.270). Contudo, a formulação D em suas propriedades verificou-se sua possível utilização para fabricação de tijolos, pois apresentou valor abaixo de 22% de acordo a norma da ABNT 15.270. O uso desse resíduo, em especial, na cerâmica estrutural mostrou-se como uma alternativa viável para possíveis aplicações, além de propiciar uma redução da quantidade desses materiais que são produzidos e descartados no meio ambiente e, conseqüentemente, diminuir o impacto ambiental provocado pelos mesmos.

### Referências bibliográficas

DANTAS, José Robinson Alcoforado. "**Distritos mineiros do nordeste oriental.**" Programa Nacional de Distritos Mineiros. Recife: DNPM 4º Distrito (2000).

JACOBI, Pedro. "**O novo boom da exploração mineral e o Brasil.**" Disponível em <<http://www.geologo.com.br/novoboombaexploracao.asp>>. Acesso em 20 de Fevereiro 2018.

MACHADO, G. M. "**Estudo da adição de resíduo de scheelita em matriz cerâmica: formulação propriedades físicas e microestrutura.**" 2012. 144f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências exatas e da Terra, 2012.

Nociti, Denyse Meirelles. "**Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas.**" 110-f,2011.

OLIVEIRA, Tiago Fernandes. "**A influência do tratamento térmico em óxidos mistos de nióbio e tântalo nanoestruturados a partir da Columbita.**" Disponível em <[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23100/1/TiagoFernandesDeOliveira\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23100/1/TiagoFernandesDeOliveira_DISSERT.pdf)> 2016.