INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO DE SCHEELITA EM CORPOS CERÂMICOS COM ARGILA DA REGIÃO DO SERIDÓ

JOÃO PAULO MELO DOS SANTOS JÚNIOR[1], MARCONDES MENDES DE SOUZA[2] ADNA STEFFANY TORRES DE SOUZA MENDONÇA[3] MARIA CLARA DE SOUZA MEDEIROS[4] GISELLE SOPHIA RIBEIRO CARVALHO[5]

[1]Discente do Curso Técnico Subsequente em Geologia, IFRN, Natal - RN, junior.santos1@escolar.ifrn.edu.br;
[2]Dr. em Engenharia Mecânica, Prof. Titular do Técnico em mineração, Natal - RN, marcondes.mendes@ifrn.edu.br;
[3] Discente do Curso Técnico Subsequente em Mineração, IFRN, Natal - RN, adna.torres@escolar.ifrn.edu.br;
[4] Discente do Curso Técnico Integrado em Mineração, IFRN, Natal - RN, medeiros.souza2@escolar.ifrn.edu.br;
[5] Discente do Curso Técnico Integrado em Mineração, IFRN, Natal - RN, giselle.carvalho@escolar.ifrn.edu.br;

RESUMO: O aproveitamento de resíduos minerais na fabricação de materiais cerâmicos representa uma alternativa sustentável para a mitigação de impactos ambientais, permitindo a valoração desses minérios ao explorar suas características físico-químicas em matrizes cerâmicas. Este trabalho avaliou o efeito da incorporação do resíduo de scheelita, proveniente da Mina Brejuí (Currais Novos/RN), em massas de argila do município de Jardim do Seridó/RN, visando demonstrar o potencial econômico e ambiental para o polo ceramista da região do Seridó. Foram elaboradas três formulações: uma massa de referência (100% argila) e duas contendo adições de 5% e 10% de resíduo de scheelita em substituição parcial à argila. Os corpos de prova foram moldados, secos e queimados a 900 °C para posterior caracterização física e mecânica. Os resultados demonstraram que a adição do resíduo influenciou as propriedades físicas das peças, mantendo a integridade estrutural e indicando viabilidade técnica para aplicação em cerâmica vermelha. Conclui-se que a utilização do resíduo de scheelita demonstrou proporcionalmente uma melhora das características do corpo cerâmico promovendo a sustentabilidade desse resíduo na indústria cerâmica regional.

PALAVRAS-CHAVE: Scheelita, Resíduo, Cerâmica, Mina Brejuí, Sustentabilidade.

INCORPORATION OF SCHEELITE RESIDUE IN CERAMIC BODIES WITH CLAY FROM THE SERIDÓ REGION.

ABSTRACT: The use of mineral waste in the manufacture of ceramic materials represents a sustainable alternative for mitigating environmental impacts, allowing the valorization of these ores by exploring their physicochemical characteristics in ceramic matrices. This work evaluated the effect of incorporating scheelite waste, from the Brejuí Mine (Currais Novos/RN), into clay masses from the municipality of Jardim do Seridó/RN, aiming to demonstrate the economic and environmental potential for the ceramic hub of the Seridó region. Three formulations were prepared: a reference mass (100% clay) and two containing additions of 5% and 10% scheelite waste in partial replacement of clay. The specimens were molded, dried, and fired at 900 °C for subsequent physical and mechanical characterization. The results demonstrated that the addition of the waste influenced the physical properties of the pieces, maintaining structural integrity and indicating technical viability for application in red ceramics. It is concluded that the use of scheelite residue has proportionally improved the characteristics of the ceramic body, promoting the sustainability of this residue in the regional ceramic industry.
KEYWORDS: Scheelite, Waste, Ceramics, Brejuí Mine, Sustainability.

INTRODUÇÃO

A indústria de cerâmica vermelha desempenha um papel estratégico no cenário socioeconômico brasileiro, consolidando-se como um dos pilares fundamentais da construção civil. Atualmente, o setor é responsável por aproximadamente 5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, apresentando perspectivas contínuas de crescimento (ALMEIDA, 2020). Contudo, a relevância econômica do setor caminha lado a lado com a necessidade de modernização e a busca por práticas que mitiguem o impacto ambiental decorrente da extração de matérias-primas e do descarte de resíduos industriais e minerários. Paralelamente, a atividade de mineração na Região do Seridó potiguar, com destaque para a extração e beneficiamento de scheelita na Mina Brejuí, localizada em Currais Novos/RN, gera um volume expressivo de resíduos sólidos. Devido à ausência de planos para uma destinação sustentável, esse material é frequentemente acumulado em pilhas, negligenciando seu potencial de reintegração como matéria prima. Neste contexto, o presente estudo propõe analisar o reaproveitamento do resíduo do beneficiamento de scheelita como uma alternativa na produção de cerâmica vermelha. A pesquisa foca na caracterização do comportamento desse resíduo mineral quando incorporado à argila captada no município de Jardim do Seridó/RN, visando avaliar como a adição do resíduo nas proporções de 5% e 10% influencia o processo de sinterização a 900 °C, quando comparado com o corpo cerâmico com somente 100% de argila e assim analisar as propriedades físicas e mecânicas finais do corpo cerâmico.

.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa utilizou argila extraída no município de Jardim do Seridó/RN e resíduo do beneficiamento de scheelita proveniente da Mina Brejuí, localizada no município de Currais Novos/RN. Após a etapa de coleta, a argila e o resíduo de scheelita foram submetidos a um processo de secagem em estufa a 110 °C por 24 horas, visando à eliminação da umidade residual. Em seguida, os materiais foram cominuídos e peneirados utilizando uma malha de 200 mesh (0,075 mm) para padronização granulométrica. A dosagem para as misturas foi realizada em balança analítica (precisão de ±0,0001 g). O estudo realizado previu três formulações: uma massa de referência utilizando 100% de argila na sua composição e duas composições com adição de 5% e 10% de resíduo de scheelita em substituição parcial à massa seca de argila. Para a homogeneização da mistura e conformação dos corpos de prova, foram adicionados 10% de água destilada em relação à massa seca. Como a massa seca de cada mistura totalizou 12 gramas, a adição de água resultou em uma massa úmida de 13,2 gramas por amostra. Após o preparo, essas massas foram acondicionadas em sacos plásticos herméticos e armazenadas em local arejado por 24 horas para garantir a homogeneização da umidade interna. Ao todo, foram produzidos 30 corpos de prova, correspondendo a 10 exemplares para cada uma das três formulações do estudo.

Posteriormente, as amostras foram conformadas por prensagem uniaxial sob uma carga de 2,5 toneladas, originando peças retangulares com dimensões de 60 x 20 x 5 mm. Os corpos de prova retornaram à estufa a 110 °C por 24 horas para a eliminação da umidade de conformação. A etapa de queima ocorreu em forno mufla, utilizando uma taxa de aquecimento de 10 °C/min até atingir a temperatura máxima de 900 °C, com um patamar de sinterização de 60 minutos. O resfriamento das peças ocorreu de forma natural no interior do forno até atingirem a temperatura ambiente. Para a caracterização física, os corpos de prova foram pesados em balança analítica e tiveram seu comprimento e largura aferidos com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de ±0,01 mm), tanto antes quanto após a queima, além disso foi realizado o peso úmido e imerso dos corpos de prova para conseguirmos analisar a sua absorção de água, conforme a metodologia proposta por Souza (2015). A partir dos dados adquiridos, as amostras foram submetidas aos cálculos de análises físicas, cujos resultados de cada formulação foram expressos por meio de médias e ilustrados em gráficos comparativos.

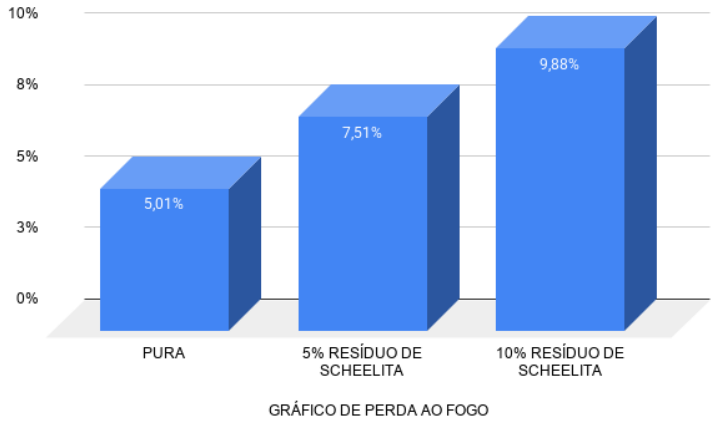
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos corpos cerâmicos após a sinterização a 900 °C evidenciou o impacto direto da incorporação do resíduo de scheelita no corpo cerâmico. As

médias obtidas na massa pura de referência e nas formulações com 5% e 10% de resíduo apresentaram comportamentos correlacionados como demonstram as análises a baixo.

O ensaio de perda ao fogo avalia a quantidade de massa que o corpo cerâmico perde durante a etapa de queima no forno a 900 °C. Essa perda de peso acontece devido à evaporação da água contida na massa, além da queima de matérias orgânicas e da decomposição de minerais presentes nas matérias-primas. Entender esse comportamento é crucial para o processo produtivo, pois uma perda de massa muito elevada altera a densidade interna da peça e gera porosidade na estrutura final.

Figura 1: Gráfico de Perda ao Fogo.

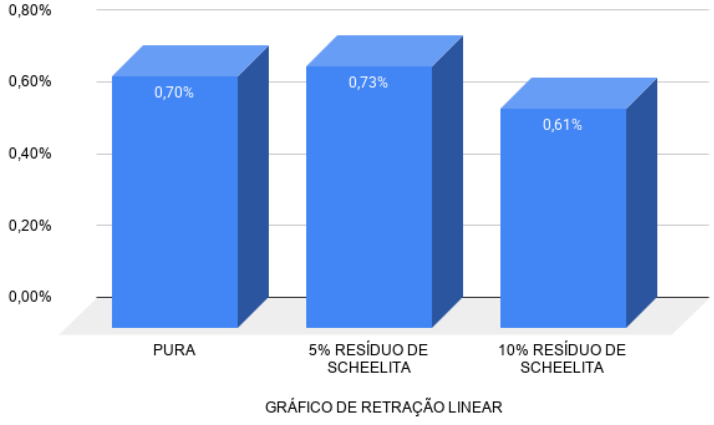


Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Observando os dados do gráfico, verifica-se que a amostra pura teve uma perda ao fogo de 5,01%. À medida que o resíduo de scheelita foi adicionado à mistura, a perda de massa aumentou de forma progressiva, atingindo 7,51% na formulação com 5% e 9,88% na de 10%. Esse aumento ocorre porque o resíduo mineral possui compostos em sua constituição que queimam ou liberam gases em altas temperaturas. Apesar dessa perda de massa superior com a presença do resíduo, os valores estão dentro do regular para a queima de argilas de cerâmica vermelha, garantindo um processo adequado das peças.

O ensaio de retração linear serve para medir o quanto o corpo de prova encolhe após passar pelo processo de secagem e queima na temperatura de 900 °C. Esse teste é fundamental para a indústria de cerâmica vermelha, pois avalia a estabilidade dimensional do material. Uma retração muito alta durante a sinterização pode provocar defeitos graves nas peças comerciais, como empenamentos, trincas ou variações no tamanho final dos blocos e tijolos.

Figura 2: Gráfico de Retração Linear.

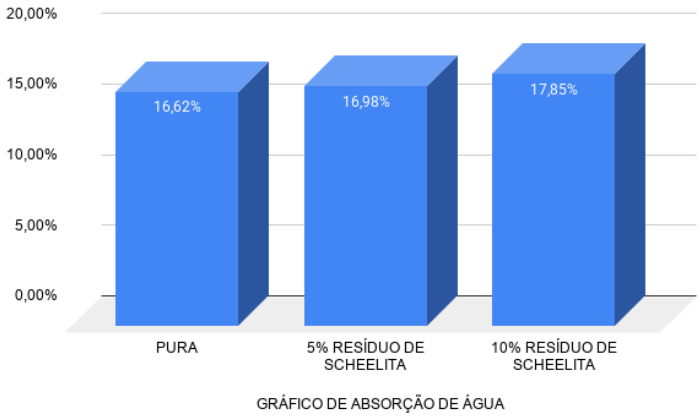


Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Conforme apresentado no gráfico, a amostra pura composta por 100% de argila obteve uma retração linear de 0,70%. Com a adição de 5% de resíduo de scheelita, a variação foi mínima, passando para 0,73%, enquanto a formulação com 10% de resíduo registrou uma redução para 0,61%. Esses valores mostram que todas as misturas mantiveram uma retração baixíssima e inferior a 1%, o que indica excelente estabilidade dimensional. A diminuição da retração na amostra de 10% confirma que o resíduo de scheelita atua como um componente inerte no corpo cerâmico, ajudando a controlar o encolhimento natural da argila sem comprometer a estrutura da peça.

O teste de absorção de água é o principal indicador para avaliar a porosidade e a durabilidade da cerâmica após a queima. Ele mede a capacidade do material de reter água em seus poros abertos, o que se relaciona diretamente com a resistência do produto final. Na cerâmica vermelha, controlar esse índice é indispensável para garantir que tijolos e blocos resistam às intempéries do ambiente e atendam aos requisitos mínimos exigidos pela norma ABNT NBR 15270 (2023).

Figura 3: Gráfico de Absorção de água.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Com base nos resultados do gráfico, a amostra de referência pura apresentou um índice de absorção de água de 16,62%. As formulações contendo 5% e 10% de resíduo de scheelita registraram pequenos acréscimos, marcando 16,98% e 17,85%, respectivamente. Esse leve aumento da absorção está alinhado com o resultado da perda ao fogo, já que a liberação de gases na queima gera pequenos poros na estrutura. O ponto principal é que mesmo com 10% de resíduo, o valor obtido ficou totalmente dentro do limite estabelecido pela norma da ABNT para cerâmica vermelha, que aceita valores entre 8% e 22%, comprovando a eficiência técnica do uso do resíduo.

Figura 4: ABNT 15310, classificação das telhas em função da absorção de água.

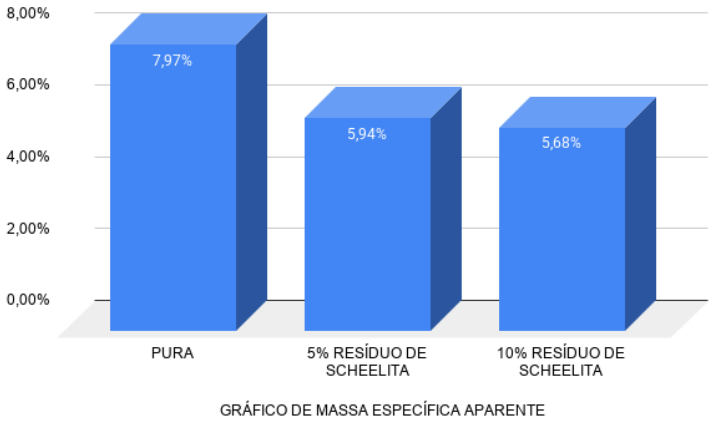
Climas	%AA
Temperado ou tropical	≤ 20
Frios e temperados	≤ 12
Muito frio e úmido, durantes longos períodos, inclusive sujeitos a ciclos frequente de gelo e degelo.	≤ 7

Fonte: ABNT 15310, 2004.

Além disso no que tange das propriedades a partir da absorção de água, todos os corpos cerâmicos demonstraram plena capacidade de se adequarem a climas frios e temperados, segundo a ABNT 15310, 2004. Além disso, a adição do resíduo não afetou esta qualidade natural da cerâmica.

A determinação da massa específica aparente serve para mensurar a densidade final do corpo cerâmico sinterizado, relacionando a massa da peça queimada com o seu volume total. Esse ensaio permite compreender o nível de compactação e o arranjo interno do material após o resfriamento. Para a construção civil, monitorar esse parâmetro é importante para avaliar o peso próprio dos elementos construtivos nas estruturas.

Figura 5: Gráfico de Massa Específica Aparente.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Anotando os valores do gráfico, percebe-se que a amostra de referência pura registrou uma massa específica de 7,97%, enquanto as misturas com 5% e 10% de resíduo de scheelita apresentaram quedas para 5,94% e 5,68%, respectivamente. Essa redução na densidade aparente acompanha o aumento da porosidade e da perda ao fogo observados nos ensaios anteriores. Na prática, a produção de blocos cerâmicos levemente mais leves representa uma vantagem comercial e operacional, pois reduz o peso das peças na alvenaria sem prejudicar o desempenho normativo do produto.

CONCLUSÃO

A pesquisa comprovou a viabilidade técnica do uso do resíduo de scheelita em cerâmica vermelha com argila de Jardim do Seridó após queima a 900 °C. O resíduo proporcionou excelente estabilidade dimensional, mantendo a retração linear inferior a 1% em todas as formulações. Apesar do leve aumento na absorção de água e na perda ao fogo, a mistura com 10% de resíduo cumpriu perfeitamente os critérios da norma ABNT NBR 15270 para blocos e tijolos. Além disso, a redução da massa específica aparente gerou peças mais leves, beneficiando a construção civil. Assim, o reaproveitamento de até 10% desse material consolida-se como uma alternativa sustentável para o Seridó, unindo desenvolvimento econômico ceramista e mitigação dos impactos da mineração.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270: Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria — Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023..

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15310: Componentes cerâmicos — Telhas cerâmicas — Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALMEIDA, M. S. A indústria de cerâmica vermelha e sua representatividade no setor da construção civil. **Revista Brasileira de Cerâmica**, v. 66, n. 3, p. 112-120, 2020.

Souza, M. M. **Estudo da adição de resíduos de quartzitos para obtenção de grés porcelanato**. Natal: UFRN, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica).