



## Estudo da Viabilidade da Fabricação de Isoladores Térmicos a partir de Resíduos de Esteatito, Casca de Ovo e Garrafas de Vidro.

Lucas Martins Diniz <sup>1</sup>; José Alberto da Cruz Junior <sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Lucas Martins Diniz Bolsista IFMG, Engenharia Metalúrgica, IFMG Campus Ouro Branco, Ouro Branco - MG; 0071210@academico.ifmg.edu.br

<sup>2</sup> José Alberto da Cruz da Junior, Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Branco; [jose.alberto@ifmg.edu.br](mailto:jose.alberto@ifmg.edu.br)

### RESUMO

A utilização de rejeitos como fonte de matéria-prima para a produção de novos materiais é um assunto recorrente na sociedade contemporânea, tendo em vista as crescentes preocupações quanto às questões ambientais e ao reaproveitamento de resíduos que são comumente descartados na natureza.

Nesse sentido, esse projeto tem como objetivo pesquisar a viabilidade da fabricação de isoladores térmicos a partir de rejeitos de esteatito (pedra-sabão), garrafas de vidro e casca de ovo. A partir das propriedades físicas apresentada por esses resíduos, a utilização destes materiais em determinadas proporções e processos, apresentaram sucesso nesse objetivo, conforme alguns estudos realizados. É interessante observar as vastas aplicações destes produtos cerâmicos à base dos resíduos supracitados, dentre elas, os comprovados potenciais isoladores térmico e acústico e características de não-inflamabilidade. Além disso, a geração final de blocos, telhas, tijolos e filtros também foram resultados apresentados por outras pesquisas, evidenciando também a utilidade desses materiais gerados nas áreas de construção civil e siderurgia.

Portanto, avaliando-se diversas pesquisas que obtiveram êxito no desenvolvimento de produtos a partir de materiais desprovidos de valor econômico, comumente descartados, em especial aos materiais base desta pesquisa (resíduos de pedra-sabão, garrafas de vidro e casca de ovo), aliado ao fato do alto volume produzido desses rejeitos. Esta proposta de pesquisa demonstra-se viável para que assim, sejam obtidas soluções sustentáveis e ecológicas em busca do equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico-econômico e a preservação do meio ambiente.

**Palavras-Chaves:** resíduos, esteatito, casca de ovo, garrafas de vidro, caracterização microestrutural, propriedades mecânicas, isoladores térmicos.

### INTRODUÇÃO:

A gestão de resíduos industriais e domésticos é um dos desafios ambientais mais urgentes, particularmente para materiais de difícil decomposição, como cascas de ovo, vidro e rejeitos minerais (ex. esteatito). O reaproveitamento desses resíduos em novos produtos representa uma solução sustentável, que agrega valor e reduz o impacto ambiental.

Este projeto visa transformar rejeitos de esteatito, casca de ovo e vidro em isoladores térmicos. Esses materiais, selecionados por suas propriedades específicas, são amplamente disponíveis e de baixo

custo. O esteatito contribui com suas propriedades refratárias, a casca de ovo oferece um alto teor de carbonato de cálcio que durante a calcinação gera gás carbônico promovendo a porosidade, enquanto o vidro triturado age como um agente de reforço e coesão. Isoladores cerâmicos a partir desses materiais são promissores para uso em construções, devido à sua capacidade de isolamento térmico e resistência ao fogo, contribuindo para a criação de produtos sustentáveis com desempenho industrial.

### METODOLOGIA:

A metodologia seguiu um processo sistemático para coletar, preparar e caracterizar os resíduos, com o objetivo de identificar a formulação ideal para os isoladores térmicos. As etapas incluíram a coleta e tratamento dos resíduos, formulação das misturas, moldagem, tratamento térmico e sinterização, conforme descrito a seguir:

#### Separação da matéria prima e moagem

**Esteatito (Pedra-Sabão):** Resíduos de esteatito foram coletados de indústrias de mineração, limpos para remoção de impurezas, secos e moídos até alcançar uma granulometria controlada.

**Casca de Ovo:** As cascas de ovo foram obtidas de fontes domésticas e comerciais, limpas para eliminar restos orgânicos, secas e trituradas, resultando em um pó fino a base de carbonato de cálcio.

**Garrafas de Vidro:** Garrafas de vidro descartadas foram lavadas, trituradas e peneiradas para garantir uniformidade nas partículas, que servem como aglomerantes no material final. A figura 1 ilustra as matérias primas utilizadas.



Figura 1 – Matérias primas utilizadas para a produção dos materiais cerâmicos.

#### Peneiramento

Para o peneiramento, foram utilizadas a sequência de peneiras 1.00 mm até 150  $\mu$ m que correspondem respectivamente a 18 # até 100 #. O agitador de peneiras utilizado foi o ZY – 200A – Lab vibrating sieve. Após peneiramento, os materiais foram classificados conforme seu respectivo tamanho, sendo

considerado a granulometria ideal a matéria prima que ficou abaixo de 150  $\mu\text{m}$  para o vidro e a casca de ovo, e a pedra sabão foi classificada com 80#.

### Mistura e confecção dos corpos de prova

Foram testadas diversas proporções dos três componentes (esteatito, casca de ovo e vidro) para avaliar a influência de cada material nas propriedades finais do isolador. As proporções estão na tabela 1.

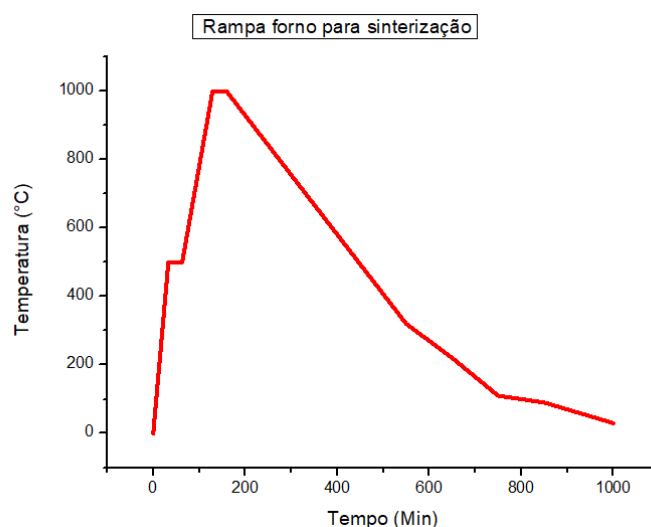
**Tabela 1 - Composição da mistura utilizada**

Mistura	Pedra - sabão	Vidro	Casca de ovo
A	50%	50%	0%
B	50%	40%	10%
C	50%	30%	20%

Após a mistura, foi iniciado a confecção dos corpos de prova, sendo utilizado uma prensa manual com uma carga de 3 toneladas sendo mantida por aproximadamente 2 minutos. Os corpos de prova foram secos na estufa a 110°C e armazenados até todos passarem pela etapa de sinterização.

### Sinterização

Para a etapa de sinterização, os corpos de prova foram submetidos a uma temperatura de 1000°C durante 1 h no forno mufla. Para realizar o procedimento, foi configurado a rampa de aquecimento do forno com o objetivo de evitar o choque térmico dos corpos de prova, minimizando a ocorrência de trincas no final da etapa de sinterização. A Figura 2 apresenta o ciclo térmico descrito pelo forno. A taxa de aquecimento foi de 15°C/min.



**Figura 2 – Curva de aquecimento forno mufla.**

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A seguir são apresentados os resultados da variação dimensional antes e após a sinterização, assim como os resultados do ensaio de compressão. Para obter os resultados, foi realizado a comparação dimensional e variação de massa, ensaios de compressão.

### Análise dimensional e Variação de Massa

A seguir são apresentados os resultados da variação dimensional antes e após a etapa de sinterização, assim como os resultados do ensaio de compressão.

**Tabela 2 - Tabela dimensional**

Mistura	Massa (g)	Diâmetro(mm)	Altura (mm)
A – Pré sinterização	43,426	34,19	23,744
A – Pós sinterização	39,951	34,21	23,672
<sup>1</sup> Variação Mistura A	- 3,475	0,02	-0,072
B – Pré sinterização	49,604	34,258	26,357
B – Pós sinterização	37,935	26,437	34,104
<sup>1</sup> Variação Mistura B	-11,669	-7,821	7,747
C – Pré sinterização	46,811	34,194	24,627
C – Pós sinterização	35,15	34,167	24,866
<sup>1</sup> Variação Mistura C	-11,661	-0,027	0,239

<sup>1</sup> Valores positivos representam a dilatação na altura e no seu diâmetro; Valores negativos representam perda de massa, contração ao longo da altura e do diâmetro.

Com base na tabela, é possível observar que após a sinterização ocorre um maior aumento na altura (dilatação), maior redução (contração) no diâmetro e uma maior perda de massa na mistura B. Essa variação provavelmente ocorre devido a formação de uma nova fase para essa composição química.

### Resistência a compressão

Nas amostras sinterizadas, foi realizado o ensaio de compressão para avaliar a resistência, a tabela 3 apresenta a média e o desvio padrão dos valores obtidos. Foi feito em 5 corpos de prova.

**Tabela 3 - Resistência a compressão**

Corpo de prova (mistura)	Resistência a Compressão (Pa)	Desvio padrão da Resistência (Pa)
A	726,69	211,71
B	26433,65	5046,04
C	13958,29	2286,93



Com base na tabela, é possível observar que a mistura A (50% Pedra sabão; 50% Vidro) apresenta uma resistência menor. A mistura B (10% Casca de ovo) apresenta a maior resistência a compressão, seguido da mistura C (20% Casca de ovo).

### CONCLUSÕES:

Por meio dos experimentos realizados até o momento, pode se concluir que:

- A mistura B (10% Casca de ovo) apresentou uma maior variação em termos de perda de massa (-11,67g), maior dilatação linear (7,75mm), maior contração em seu diâmetro (-7,82 mm) e uma maior resistência a compressão.
- A variação das entidades medidas para a mistura B, sugere uma possível mudança de fase devido a proporção da composição química utilizada.
- Além de promover a reciclagem dos materiais utilizados, o desenvolvimento desta pesquisa se mostra promissora no desenvolvimento de novos materiais.

### REFERÊNCIAS:

**Ranieri, Maria Gabriela Araújo.** Aproveitamento dos resíduos gerados pelo processamento industrial/artesanal de pedra-sabão da região de Ouro Preto. 2011. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011

**Teixeira, Moisés Paulo.** Estudo da viabilidade da utilização de rejeitos de pedra-sabão na produção de materiais cerâmicos. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, REDEMAT, Ouro Preto, 2017

**Vieira, Ludimila Melo; Santos, Rômulo Alves dos; Moreira, Mirele Bastos; Silva, Ana Beatriz da; Assis, Paulo Santos.** Viabilidade da utilização de resíduos da pedra sabão na fabricação de material refratário. In: 42º Seminário de Aciaria – Internacional, 15 a 18 de maio de 2011, Salvador, BA, Brasil. Anais [...]. [S.l.: s.n.], 2011.