

## SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DA REUTILIZAÇÃO DA CASCA DE OVO PARA FORMAÇÃO DE MASSAS CERÂMICAS.

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.I-007>

Jefferson Bento Gomes Pinheiro (\*), Marcondes Mendes de Souza, Antonio Pedro Ferreira Sousa, Fernanda Letícia França Duarte, Maria Clara Paulino de Amorim.

\* Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio Grande do Norte, IFRN - Campus Natal Central. [jefferson.pinheiro@escolar.ifrn.edu.br](mailto:jefferson.pinheiro@escolar.ifrn.edu.br)

### RESUMO

O vigente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade da incrementação do resíduo de casca de ovo em materiais cerâmicos. As matérias-primas foram submetidas à caracterização física. Foram formuladas massas com 3% em massa de resíduo de casca de ovo e, posteriormente, conformadas por prensagem uniaxial, e queimadas a 1100 °C, 1150 °C e 1200 °C. Após a queima dos corpos de prova, foram determinadas as propriedades físico-mecânicas: massa específica aparente, absorção de água, retração linear, perda ao fogo e porosidade aparente, onde será destaque no trabalho os ensaios de absorção e retração linear. Foi avaliada também a cor e fases mineralógicas formadas. Os resultados evidenciaram que, para a massa estudada, obteve-se um excelente aproveitamento do resíduo para diferentes tipos cerâmicos: poroso, semi-grés e grés.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, casca de ovo, mineração, cerâmica, reaproveitamento.

### ABSTRACT

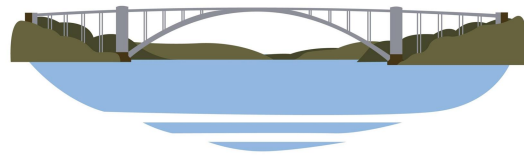
The current work aimed to study the feasibility of increasing eggshell residue in ceramic materials. The raw materials were submitted to physical characterization. Doughs were formulated with 3% by mass of eggshell residue and subsequently formed by uniaxial pressing, and fired at 1100 °C, 1150 °C and 1200 °C. After firing the specimens, the physical-mechanical properties were determined: apparent specific mass, water absorption, linear shrinkage, loss on fire and apparent porosity, where the tests of water absorption and linear shrinkage will be highlighted in the work. The color and mineralogical phases formed were also evaluated. The results showed that, for the mass studied, an excellent use of the waste was obtained for different ceramic types: porous, semi-stoneware and stoneware.

**KEY WORDS:** Solid waste, eggshell, mining, ceramics, reuse.

### INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea vem se desenvolvendo cada vez mais, o que acarreta inúmeros benefícios para nós, mas em contrapartida requer mais recursos do meio ambiente para nos mantermos. Algumas atividades são indispensáveis onde entre elas podemos destacar a mineração, que extrai do planeta Terra inúmeros minerais que são utilizados no nosso dia a dia, mas que acaba por deixar cicatrizes enormes na natureza quando feita de maneira errônea e sem o tratamento básico para recuperação ambiental. Nesse âmbito, a parte de produtos cerâmicos não fica de fora da utilização em massa de produtos minerários, e pensando nisso foi analisado uma proposta de resíduo para substituir algum material dentro das cerâmicas e minimizar as problemáticas, ao mesmo tempo que desse utilidade à um resíduo descartável. Assim surge a ideia de adicionar casca de ovo, muito rica em cálcio, a formulação de massas cerâmicas e estudar o seu comportamento em contato com outros minerais, dando a ela uma nova utilidade e minimizando os impactos da casca ao ambiente em que seria descartada e da extração mineral, tomando como base o conceito de sustentabilidade, que é utilizar os recursos naturais atuais sem comprometer os das gerações futuras.

O ovo, rico em nutrientes, é utilizado diariamente por milhares de pessoas por todo globo e é comumente encontrado dentro das cozinhas brasileiras por ser um alimento barato e de fácil acesso. Em grande escala, ele é utilizado nas fábricas para produção de pães, bolos, panquecas, biscoitos, rações animais e muitos outros, onde cada parte pode ter várias finalidades diferentes. A sua grande utilização gera em consequência toneladas e mais toneladas de “lixo” todos os anos. “O ovo galináceo é um produto de baixo custo e largamente consumido pela maioria da população brasileira. A industrialização deste produto gera vantagens econômicas, porém produz no Brasil cerca 172.000 toneladas de resíduo em forma de casca por ano” (Freire et al., 2008). Atualmente já existem técnicas para redução do descarte desse



material, sendo uma alternativa a casca na agricultura como corretor de solos, suplementos para animais, uso decorativo e outros. A casca é quase inteiramente composta por  $\text{CaCO}_3$ , mais de 90% corresponde a esse elemento que é frequente na indústria cerâmica, presente no mármore, no calcário, na calcita e em outros minerais, sendo que a diferença nítida ao manusear e trabalhar com o resíduo foi sua porosidade maior do que as rochas. Além do ovo, outros materiais padrões das cerâmicas que desempenham papéis importantes foram adicionados ao trabalho: argilas (ligante), quartzo (esqueleto) e feldspato (fundente).



**Figura 1: Coleta de cascas de ovo. Fonte: Blog “Cestos de lixo e lixeira”.**

A argila, material natural proveniente da decomposição, durante milhões de anos, das rochas feldspáticas, muito abundantes na crosta terrestre, possuem textura terrosa ou argilácea, de granulação fina, com partículas de forma lamelar ou fibrosa, constituída essencialmente de argilo-minerais podendo conter outros minerais que não são argilo-minerais (quartzo, mica, pirita, hematita, etc.), matéria orgânica e outras impurezas de partículas com tamanho inferior a  $2\mu\text{m}$  (micrômetro). O trabalho teve como base a utilização das argilas provenientes dos municípios de São Gonçalo do Amarante e Currais Novos, localizados no Rio Grande do Norte, onde sua diferença é a coloração de queima, sendo, respectivamente, branca e vermelha.

“Os feldspatos são um grupo de minerais cuja composição química é descrita pela fórmula  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}) (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_8$ . São silicatos de alumínio contendo diferentes proporções de cálcio, potássio, sódio e ocasionalmente silício. Eles ocorrem em rochas graníticas e são os principais minerais dos pegmatitos, associados a diversos outros minerais. Suas reservas são abundantes em todos os países produtores” (DNPM/MG, 2013). O tipo de feldspato escolhido para o trabalho foi o feldspato sódico, também chamado de albita, que apresenta coloração branca e é rico com Na (sódio) assim como seu nome sugere.

O quartzo é o segundo mineral mais abundante da crosta terrestre e está presente em praticamente todos os lugares e nas mais diferentes cores e formatos. Sua fórmula e composição química é basicamente  $\text{SiO}_2$ , sendo tratado também como dióxido de sílica, o material é utilizado em muitas partes da indústria, tanto por sua facilidade em ser encontrado como também por sua beleza. O tipo utilizado no trabalho foi o quartzo leitoso, um tipo muito branco que se assemelha a cor do leite e tem a função de dar sustento ao corpo de prova, funcionando como uma espécie de esqueleto.

## OBJETIVOS

O seguinte trabalho teve como objetivo observar o comportamento das massas cerâmicas ao adicionar casca de ovo em sua formulação, visando diminuir os impactos da mineração no meio ambiente e contribuindo para o mesmo dando uma nova utilização a casca de ovo, que seria “lixo”. A pesquisa trabalhou com 3 temperaturas diferentes e dois tipos de argila, uma de queima branca e outra com queima vermelha dos municípios, respectivamente, de São Gonçalo do Amarante e Currais Novos, cidades localizadas no Rio Grande do Norte. Ao fim, pode-se observar o comportamento e reação que o ovo teve no trabalho e concluir, de fato, a sua viabilidade na indústria cerâmicas.



### METODOLOGIA

A pesquisa utilizou uma quantidade mínima de corpos de prova, a qual cada um desses passou por testes físicos onde falamos brevemente de cada estudo que foi realizado e, após os resultados, a observação da incorporação do resíduo e se o mesmo é viável para indústria e para nosso cotidiano. Foram utilizados 60 corpos de prova, sendo 10 para cada temperatura e formulação (resultando em 6 tipos), esses que foram feitos seguindo uma porcentagem específica a qual iremos ver na tabela 1, e passados por instrumentos indispensáveis para o resultado obtidos, sendo esses: balança de precisão; estufa para reter a água adicionada para homogeneização; prensa uniaxial, a qual as peças passaram à 2,5 toneladas; forno de alta tensão; e o uso do paquímetro digital, utilizado em diversos momentos para medir o comprimento e largura dos corpos de prova. Com os números obtidos, foi necessário, para análise de dados, cálculos específicos, que iremos ver mais a baixo, para obter a % de cada estudo físico realizado. Cada matéria mineral foi submetida ao processo de cominuição com o objetivo de quebrar o material e facilitar o seu peneiramento, realizado a 200# (mesh), nomenclatura do tamanho dos furos da peneira, e assim possibilitando a homogeneização para formar o corpo de prova. As cascas de ovo foram batidas a mão em um pilão e depois passadas na peneira com mesmo tamanho.

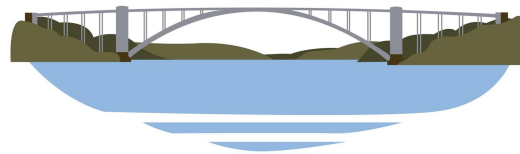
**Tabela 1 - Formulação utilizada. Fonte: Autoria própria**

COMPOSTOS	PORCENTAGEM
Albita	47%
Argila	37%
Quartzo	13%
Casca de ovo	3%
Água destilada	10%

Para a compactação dos corpos de prova, 12 gramas da massa cerâmica com adição de 10% de água serão dispostos em uma matriz uniaxial com dimensões de 60 x 20 x 5 mm, da qual, após prensagem à 2,5 ton mantida por um período de 1 minuto em prensa da marca Marcon, serão extraídas 20 amostras para cada temperatura. Em seguida, os corpos de prova serão submetidos à secagem em estufa a 110°C por 24 horas, onde deverá ocorrer a perda da umidade e a consolidação da resistência mecânica à verde. A etapa de sinterização dos corpos de prova acontecerá em forno mufla, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 10°C/min. A sinterização das peças ocorrerá nas temperaturas de 1100° C, 1150° C e 1200° C, sendo o consecutivo resfriamento efetivado de forma lenta e gradual, com o forno desligado e fechado até o alcance da temperatura ambiente. Por fim, destaca-se que para a realização da caracterização física, os corpos cerâmicos serão pesados em balança de precisão e terão suas dimensões feitas com o auxílio de um paquímetro digital imediatamente após os processos de prensagem, secagem e sinterização, sendo registrados os valores correspondentes a largura, comprimento, espessura, peso, peso úmido e peso imerso das peças. Para a realização da caracterização física dos corpos cerâmicos, será utilizada uma quantidade de 60 corpos de prova, onde deverão ser realizados ensaios de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente, conforme metodologia descrita por Souza (2015).

### RESULTADOS

Os resultados obtidos foram gerados a partir dos ensaios físicos de cada um dos corpos de prova, onde foi feita a média de cada grupo (divididos pela argila e pela temperatura) com a finalidade de observar a reação da cerâmica e qual o seu melhor uso na indústria. Segue agora o comparativo entre as peças do mesmo tipo de argila mas com diferentes temperaturas de queima nos seguintes ensaios: Perda ao fogo, retração linear e absorção de água. Antes de irmos para a análise mais detalhada, é importante falar que as peças de queima vermelha sinterizadas a 1200°C ultrapassaram o ponto de fusão e por isso houve a deformação das mesmas, inviabilizando-as para o mercado.



### RETRAÇÃO LINEAR

De forma resumida, a retração linear é basicamente a medida que observa a diferença antes e pós queima que a peça sofreu, utilizando o paquímetro digital para medir seu comprimento em ambas as etapas, e depois usar esses resultados para montar um gráfico que irá auxiliar na observação do quanto a peça retraiu, ou seja, a sua diminuição de tamanho pós queima.

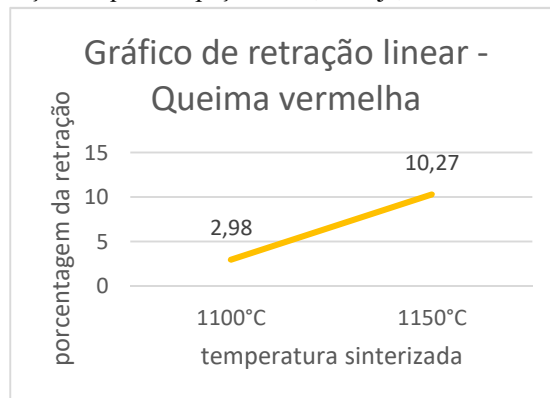


Figura 2: Gráfico da Retração Linear de queima vermelha. Fonte: Autor do Trabalho

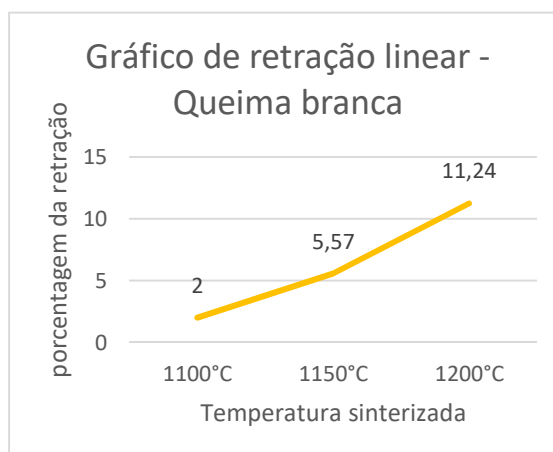


Figura 3: Gráfico da Retração Linear de queima branca. Fonte: Autor do Trabalho

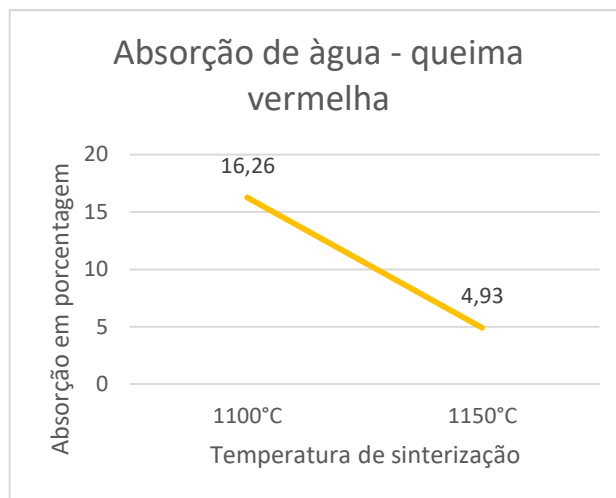
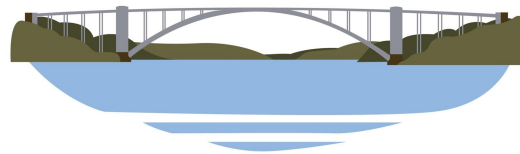
Os gráficos mostram, conforme o esperado, que a cada aumento de temperatura a retração aumentou. Isso se dá pelo motivo da queima, visto que as peças foram atingindo o seu ponto de fusão e com isso diminuindo de tamanho. É possível ver como houve diferença de retração entre 1100°C e 1200°C, sendo pertinente observarmos que a queima ocorreu de forma mais acentuada nas peças de queima vermelha, que saiu de 2,98% para mais de 10% com uma diferença de temperatura de 50°C a mais.

### ABSORÇÃO DE ÁGUA

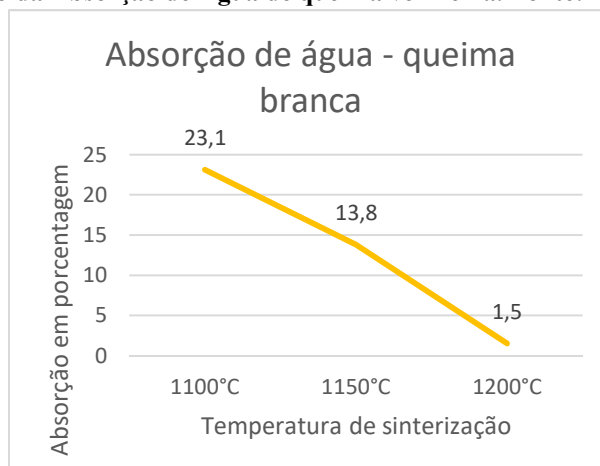
O ensaio que caracteriza a resistência do corpo cerâmico e assim garante a sua aplicação de forma correta no dia a dia. A absorção de água diz respeito, como seu próprio nome sugere, o quanto de água a peça consegue absorver e isso está ligado totalmente com o número de poros na mesma, e funciona de forma inversamente proporcional à sua resistência: quanto mais poros, mais absorção e menos resistente será. Com esse teste podemos dizer, conforme a ABNT NBR 13818 a qual tipo de grupo cerâmico irá pertencer de acordo com o nível de absorção.

Absorção de água	Denominação atual	
0 - 0,5%	porcelana	Baixa absorção
0,5 - 3%	grés	Baixa absorção
3 - 6%	semi-grés	Média absorção
6 - 10%	semi-porosos	Alta absorção
Acima de 10%	porosos	Alta absorção

Figura 4: Divisão dos grupos cerâmicos pela sua absorção. Fonte: ABNT NBR 13818



**Figura 5:** Gráfico da Absorção de Água de queima vermelha. Fonte: Autor do Trabalho



**Figura 6:** Gráfico da Absorção de Água de queima branca. Fonte: Autor do Trabalho

Podemos observar, portanto, que os corpos ceramicos obtidos se classificam como grés, semi-grés e poroso, onde em ambos os casos houve um declínio de uma absorção acima de 10% (poroso) para uma ou entre 0,5% a 3% (grés) ou entre 3% à 6% (semi-grés). Esses tipos ceramicos são utilizados em diferentes meios conforme a sua resistência mecânica, onde aqueles de menor absorção são mais resistentes, mas isso não significa que os porosos não sejam utilizaveis, pois os mesmos são ótimos para ambientes com pouco contato que possa gerar impactos físicos. Segue abaixo uma foto de exemplares obtidos na pesquisa.

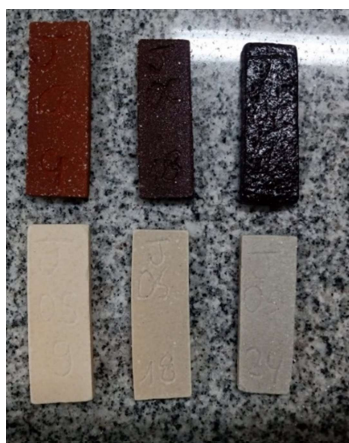




Figura 7: Corpos de prova pós finalização dos testes. Fonte: Autor do Trabalho

### CONCLUSÕES

Por fim, ao longo do trabalho conseguimos ver, analisar e estudar o ciclo para formação de uma massa cerâmica utilizando um material fora da indústria minerária, que foi a casca de ovo, onde houve um ótimo aproveitamento do resíduo e obtenção de bons resultados. Podemos concluir, portanto, que o uso da casca de ovo para formação de alguns tipos de cerâmica é viável, alternativa essa que diminui a utilização de materiais minerais e também o descarte total da casca, ajudando o meio ambiente e reutilizando um material mais barato como alternativa que, como comprovado na pesquisa, surte o mesmo efeito e consegue obter um material cerâmico de qualidade que pode ser utilizado para revestimentos de pisos e paredes, tanto internos como externos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA, MM. **Estudo da adição de resíduos de quartzitos para obtenção de grés porcelanato**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
2. NBR 13818. **Placas Cerâmicas para Revestimentos – especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.
3. BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é - O que não é**. Rio de Janeiro: editora Vozes, 2017.
4. AMANTE, E. R et al. **Valorização de Resíduos Sólidos: Casca de Ovos como Matéria-Prima no Desenvolvimento de Novos Produtos**. Internacional Workshop Advances In Cleaner Production. São Paulo, Brasil, 2009.
5. **PASTA CERÂMICA COM INCORPORAÇÃO DE CASCA DE OVO**. Universidade de Aveiro, 2021. Disponível em: <<https://www.ua.pt/pt/perfil-tecnologico-12017>>. Acesso em: 27 de Novembro de 2022.
6. **UA DESCOBRE DESTINO INOVADOR PARA CASCAS DE OVO: MATERIAIS CERÂMICOS**. Universidade de Aveiro, 2015. Disponível em: <<https://www.ua.pt/pt/noticias/9/43774#:~:text=Uma%20equipa%20de%20investigadores%20da,a%20vantagem%20ambiental%20%C3%A0%20econ%C3%B3mica>>. Acesso em: 27 de Novembro de 2022.
7. FREIRE, M.N.; SOUSA, S.J.G.; HOLANDA, J.N.F. **Using eggshell in red wall tiles, Waste and Resource Management**, v. 161, p. 23-27 - 2008.
8. JÚNIOR, R. **FELDSPATO**. DNPM. Minas Gerais, 2013.
9. DISTRIBUIDORA, C. DE LIXO E LIXEIRAS-AGLOBAL. **Cascas de ovos são usadas para despoluição de rio no México**. Disponível em: <<https://cestosdelixoelixeiras.com.br/blog-lixoelixeiras/cascas-de-ovos-sao-usadas-para-despoluicao-de-rio-no-mexico>>. Acesso em: 29 de Novembro de 2022.