

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PEÇAS CERÂMICAS DE ARGILA E CASCA DE OVOS CONFORMADAS POR TORNO CERÂMICO

RAFAELA REGINA FERREIRA LIMA¹, HUYRA ESTEVAO DE ARAUJO²,

¹ Estudante do Terceiro Ano de Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio, Bolsista de Ensino, IFSP, Campus Hortolândia, nicolas.mota@aluno.ifsp.edu.br. (Times New Roman, 9, Justificado)

² Docente IFSP, Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Campus Hortolândia, huyraestevao@ifsp.edu.br

RESUMO:

Este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades mecânicas de peças cerâmicas fabricadas com argila escolar e uma massa cerâmica à base de cascas de ovo. Utilizando um torno cerâmico elétrico, as peças foram modeladas e submetidas a testes de resistência mecânica e de retração volumétrica durante o processo de secagem. A argila e a massa de casca de ovo foram comparadas em termos de desempenho mecânico, buscando determinar a viabilidade de substituir a argila convencional por uma alternativa sustentável baseada em resíduos. Os resultados indicam que o uso de cascas de ovo, ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3), oferece um bom potencial de reutilização de resíduos sólidos na cerâmica, além de promover a economia circular e práticas de sustentabilidade. O estudo conclui que, apesar de algumas limitações, a utilização de resíduos de casca de ovo pode representar uma solução eficaz para a produção cerâmica, principalmente em contextos educacionais e de pequena escala.

PALAVRAS-CHAVE: máximo de seis, separadas por ponto e vírgula (;), procurando não repetir palavras do título, escritas em letras minúsculas. (Times New Roman, 11, Justificado).

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF CERAMIC BODIES BASED ON CLAY AND EGGSHELL CONFORMED BY CERAMIC WHEEL

ABSTRACT: This study aims to evaluate the mechanical properties of ceramic pieces made from school clay and eggshell-based ceramic mass. Using an electric ceramic wheel, the pieces were shaped and subjected to mechanical strength and volumetric shrinkage tests during the drying process. Clay and eggshell mass were compared in terms of mechanical performance, seeking to determine the feasibility of replacing conventional clay with a sustainable alternative based on waste. The results show that using eggshells, rich in calcium carbonate (CaCO_3), offers solid potential for reusing solid waste in ceramics, in addition to promoting circular economy and sustainability practices. The study concludes that, despite some limitations, the use of eggshell waste can represent an effective solution for ceramic production, especially in educational and small-scale contexts.

KEYWORDS: Mechanical properties; ceramics; eggshell; ceramic wheel; circular economy; sustainability.

INTRODUÇÃO

Os processos de fabricação e o processamento cerâmico são áreas fundamentais na ciência dos materiais e na engenharia de manufatura (CHEN et al., 2019)a. Entre as técnicas amplamente utilizadas, o torno cerâmico se destaca como uma ferramenta essencial tanto para a produção em pequena escala quanto para fins educacionais. O torno permite a criação de peças com geometrias diversas, sendo tradicionalmente operado em modos manual ou elétrico, cada um com suas peculiaridades e desafios. Além de facilitar a manipulação de materiais cerâmicos, o torno também se tornou uma plataforma eficaz para a introdução de conceitos interdisciplinares, como a mecânica de materiais e a ciência da fabricação, em ambientes educacionais.

A fabricação cerâmica envolve uma série de etapas que vão desde a seleção e preparação da matéria-prima até o modelamento e a queima das peças. Tradicionalmente, a argila é o principal material utilizado, dado seu baixo custo e fácil manipulação. No entanto, estudos recentes têm explorado o uso de resíduos sólidos, como cascas de ovos, na produção de massas cerâmicas. Essa abordagem se alinha aos princípios da economia circular, promovendo a reutilização de resíduos e reduzindo a necessidade de extração de novas matérias-primas. A utilização de cascas de ovos, ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3), oferece não apenas uma alternativa sustentável à argila, mas também a oportunidade de investigar novos materiais cerâmicos com características únicas, como maior resistência e menor retração durante a secagem (CAI et al., 2005; GOLDEMBERG et al., 1988).

Dentro desse contexto, a interdisciplinaridade entre ciência dos materiais, fabricação mecânica e economia circular se torna evidente. A integração de diferentes áreas do conhecimento permite a criação de soluções inovadoras e sustentáveis para a produção cerâmica, enquanto promove o desenvolvimento de habilidades técnicas e científicas. Além disso, o uso de tecnologias emergentes, como a impressão 3D e a automação com Arduino, abre novas possibilidades para a fabricação personalizada e o controle preciso do processo de modelagem (CORBELLINI; VALLAN, 2014).

Este trabalho investiga, de forma prática, a produção de peças cerâmicas utilizando tanto argila escolar quanto uma massa cerâmica desenvolvida a partir de cascas de ovos. A utilização dessas duas matérias-primas não apenas permite uma análise comparativa entre materiais, mas também introduz o conceito de sustentabilidade no processo produtivo. Ao explorar a reutilização de resíduos e a inovação na produção, este estudo contribui para o avanço das práticas de economia circular e fortalece o diálogo entre ciência dos materiais e engenharia de manufatura.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste estudo foi estruturada com base em três pilares: o uso de um torno cerâmico para a produção de peças, a utilização de argila de uso escolar como matéria-prima, e a fabricação de massa cerâmica a partir de cascas de ovo. A presente seção detalha cada uma dessas etapas.

Inicialmente, para a realização dos experimentos, foi utilizado um mini torno elétrico para cerâmica da marca Zouti, acompanhado de dois discos de 10 cm e 6,5 cm de diâmetro, respectivamente. O equipamento possui uma velocidade de rotação variável entre 0 e 2000 rpm (sem carga), com capacidade de operar em sentido horário e anti-horário. Adicionalmente, o torno é equipado com marcações circulares para auxiliar na centralização do trabalho e suporta até 0,5 kg de peso. O equipamento funciona em voltagens de 110V e 220V, com uma potência de 30 W. A Figura 1 ilustra o torno utilizado neste estudo.



FIGURA 1. Mini torno elétrico de artesanato Cerâmica Bivolt Modelagem.

Em segundo lugar, utilizou-se argila escolar, composta de sílica, alumina e água, para a produção de peças cerâmicas, com o auxílio de espátulas para a modelagem. Além disso, a velocidade aplicada ao torno para este processo foi de, aproximadamente, 800 rpm. As peças foram confeccionadas com laterais abauladas, seguindo os padrões típicos de vasos cerâmicos. Também foram produzidas peças em formato cilíndrico, visando à criação de corpos de prova que permitissem comparações com outros materiais.

Por fim, o terceiro pilar da metodologia consistiu na produção de massas cerâmicas utilizando cascas de ovos, que são ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3). Para tanto, as cascas foram primeiramente trituradas, homogeneizadas e submetidas a uma redução do tamanho das partículas em um almofariz de porcelana, com o objetivo de obter pós finos, utilizando um processo de granulometria com duração de 15 minutos no almofariz de porcelana. Posteriormente, estes pós foram misturados com água e alginato, na proporção de 45:25:1, respectivamente, ajustando-se a mistura até alcançar o ponto ideal para a manipulação da argila. A Figura 2 mostra o almofariz de porcelana utilizado no procedimento de granulometria.



FIGURA 2. Almofariz de porcelana utilizado no processo de granulometria.

Como método de avaliação e comparação dos resultados, foram conduzidas análises da resistência mecânica à manipulação e da retração volumétrica durante o processo de secagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na seção metodológica, os resultados também foram organizados em três bases.

A primeira base revela que o torno apresentou elevada eficiência quanto à versatilidade e à facilidade de uso. Ademais, o torno mostrou-se uma ferramenta eficaz para fins de demonstração e atividades educacionais. Entretanto, verificou-se que, em altas velocidades, o equipamento enfrenta dificuldades consideráveis, resultando na projeção tangencial do material para fora. Tal comportamento restringe a utilização do torno a massas de menor volume.

Ademais, durante a execução dos testes, foi imprescindível o uso de ferramentas específicas, como espátulas apropriadas ao equipamento, para alcançar um maior nível de detalhamento e uma modelagem mais precisa em comparação com a manipulação manual. As Figuras 3 e 4 demonstram a produção das peças sob as duas condições distintas de manipulação.



FIGURA 3. Manipulação com espátula.



FIGURA 4. Manipulação manual.

Além disso, a peça deve ser mantida hidratada durante a manipulação, embora não haja um controle rigoroso da quantidade de água utilizada, a umidade é um fator crítico para a modelagem eficaz. De forma complementar, é fundamental que a aplicação de forças mecânicas seja cuidadosamente controlada para evitar a redução da velocidade de rotação do torno elétrico durante o procedimento.

Como segunda base, sob a perspectiva de acessibilidade ao material, foram inicialmente realizados testes com a argila escolar, adquirida ao custo de R\$15,00, aproximadamente. Este material demonstrou ser extremamente viável devido ao seu preço acessível. Além disso, a argila escolar pode ser utilizada em contextos educacionais para diversas práticas artísticas, incluindo produção livre, peças armadas e outras técnicas. A utilização da argila escolar também permite uma análise de sua composição mineralógica e proporciona uma discussão interdisciplinar sobre as diferenças entre esta e outras argilas comuns disponíveis no mercado.

Por fim, a terceira base deste estudo envolve a produção de massas cerâmicas utilizando cascas de ovo como uma alternativa à argila. Embora o custo da argila escolar seja relativamente baixo, a utilização de cascas de ovo oferece uma alternativa interessante, pois promove a economia circular e a reciclagem de resíduos sólidos. Nesse contexto, há uma interseção relevante entre arte, criatividade, sustentabilidade e ciência dos materiais.

A produção das massas cerâmicas apresentou diversos desafios, como o ajuste da plasticidade e da reologia, por meio da adição de elementos ligantes (alginato e goma xantana) ou de maior quantidade de água. A proporção final necessária para alcançar uma massa adequada para manipulação foi de 1:25:45. Com essa formulação, foi possível realizar tanto a modelagem livre quanto o uso da massa para modelagem no torno.

De maneira geral, é possível avaliar as peças produzidas tanto com argila escolar quanto com a massa de casca de ovo. No caso da argila escolar, a peça apresentada na Figura 5 exibiu uma secagem eficiente, sem a ocorrência de rachaduras significativas.



FIGURA 5. Peça cerâmica feita com argila escolar.

Consequentemente, as ações de divulgação científica foram alinhadas com as áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), com ênfase em Ciência dos Materiais. Essas ações incluíram a participação em eventos como a visita ao CNPEM durante o "Portas Abertas" e a promoção de oficinas para escolas parceiras, com o objetivo de enriquecer o projeto e ampliar o conhecimento científico nas demais instituições educacionais envolvidas.

CONCLUSÕES

O estudo concluiu que o uso de cascas de ovo como matéria-prima alternativa à argila em peças cerâmicas é uma abordagem sustentável com grande potencial de aplicação. Os resultados dos testes de resistência mecânica e retração volumétrica indicaram que a massa de casca de ovo pode ser utilizada com sucesso em contextos educacionais e de pequena escala. A economia circular promovida pela reutilização de resíduos sólidos é um dos principais benefícios desse processo, além da possibilidade de integrar práticas de sustentabilidade à produção cerâmica. No entanto, ajustes adicionais podem ser necessários para melhorar a plasticidade e reologia da massa de casca de ovo. O estudo reforça a importância de explorar novas fontes de materiais para reduzir o impacto ambiental da indústria cerâmica.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

No trabalho, R.F.L. foi responsável pela organização de atividades de consulta à literatura, desenvolvimento de experimentos e entrevistas. Na mesma perspectiva, H.E.A. foi responsável por constituir articulações e orientar as atividades.

AGRADECIMENTOS

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado. Adicionalmente, o agradecimento é realizado à Young Ceramists Network, European Ceramic Society, American Ceramic Society, CNPq e IFSP pelo apoio financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS

- CAI, J. et al. Preparation method and cation dopant effects on the particle size and properties of BaCeO₃ perovskites. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 88, n. 10, p. 2729–2735, 2005.
- CHEN, Z. et al. 3D printing of ceramics: A review. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 39, n. 4, p. 661–687, 2019.
- CORBELLINI, S.; VALLAN, A. Arduino-based portable system for bioelectrical impedance measurement. **IEEE MeMeA 2014 - IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications, Proceedings**, 2014.
- GOLDEMBERG, J. et al. Energy for a sustainable world. **Energy for a sustainable world**, 1988.