



## **AVALIAÇÃO DA CONTRAÇÃO LINEAR DE SECAGEM DE PRODUTOS CERÂMICOS PENSADOS CONTENDO ARGILA E CINZA ORIUNDA DA LAVAGEM DE LÃ DE OVINOS**

*Nicolý Oliveira Coral<sup>1</sup>; Gabriela Rossatto Cáceres<sup>2</sup>; Francine Machado Nunes<sup>3</sup>; Luan Teixeira de Oliveira<sup>4</sup>; Cristiano Corrêa Ferreira<sup>5</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta um estudo sobre a incorporação de um resíduo da indústria têxtil em argila in natura. A incorporação da cinza de lã tem como objetivo encontrar apropriado destino do resíduo para que este possa minimizar os impactos ambientais. Em virtude disso, o objetivo deste trabalho também é analisar a umidade de conformação e contração linear na secagem dos produtos cerâmicos contendo argila in natura e formulações de argila, incorporadas com cinza proveniente da lavagem da lã de ovinos em percentuais de 0, 5, 10, 20 e 30%. Feitas as formulações, estas foram homogeneizadas e conformadas por prensagem, resultando em um total de 100 corpos de prova, sendo, 25 para cada formulação. Os corpos de prova conformados por prensagem foram secos a temperatura ambiente e em estufa a 110°C, com monitoramento de pesagem e variação dimensional durante as etapas. Os resultados demonstraram que, a medida que a cinza de lã é incorporada na argila, maior é a taxa de umidade de conformação e menor a taxa de contração linear de secagem dos corpos de prova prensados. Assim, conclui-se que a incorporação de cinza de lã em produtos cerâmicos tradicional é viável tendo em vista a diminuição dos impactos ambientais e o crescimento do setor na área de construção civil para a Região da Campanha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argila, resíduo, prensagem, contração de secagem.

### **1 INTRODUÇÃO**

Desde a antiguidade, o setor cerâmico se destaca como a base fundamental para o desenvolvimento da área de construção civil no Brasil. Um dos procedimentos pelo qual a cerâmica pode ser produzida é o da prensagem. A prensagem consiste em compactar a argila granulada com ou sem adição de outros materiais, no interior de uma matriz rígida ou de um molde flexível, através da aplicação de pressão. Seu procedimento possui três etapas: preenchimento da cavidade do molde, compactação da massa e extração da peça, respectivamente. Este método de conformação é um dos mais utilizados pela indústria cerâmica graças à sua elevada produtividade, competência de fabricar peças com diferentes geometrias e tamanhos, facilidade de automação e de não possuir contração de secagem, de acordo com ALBERO (2000). O presente trabalho visa utilizar resíduo de lã de ovinos gerada em uma indústria têxtil, localizada no município de Bagé, Rio Grande do Sul - Brasil. Esta lã é composta de esterco, sujeira, terra e insetos no qual não há destino apropriado, acumulando assim toneladas deste resíduo quando na ausência de sua reutilização.

Ao adicionar uma determinada porcentagem de cinzas da lã de ovinos à argila, algumas propriedades de um bloco estrutural são alterados, em relação aqueles contendo argila in natura. Entre essas propriedades estão a umidade de conformação e a contração linear de secagem. Para que o produto cerâmico final tenha uma boa estrutura é fundamental que a etapa de secagem ocorra de maneira controlada, caso contrário fissuras e rachaduras aparecem no sentido de comprometer a eficiência do material, pois a secagem se dá quando a água do interior se transfere até a superfície, acompanhando assim a evaporação da mesma, o que ocasiona tensões de tração e compressão. As etapas da secagem podem ser naturais, a temperatura ambiente, ou artificiais, em estufa, de acordo com DIAS (2013).

Em virtude disso, o objetivo do trabalho é analisar a umidade de conformação e contração linear na secagem dos produtos cerâmicos contendo argila in natura e formulações de argila, incorporadas com cinza proveniente da lavagem da lã de ovinos em percentuais de 0, 5, 10, 20 e 30%, conformados por prensagem.

### **2 METODOLOGIA**

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé – RS. nicoly.coral@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé – RS.

<sup>3</sup>gabrielarossattocaceres@gmail.com

<sup>4</sup>Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé – RS. Bolsista Capes.

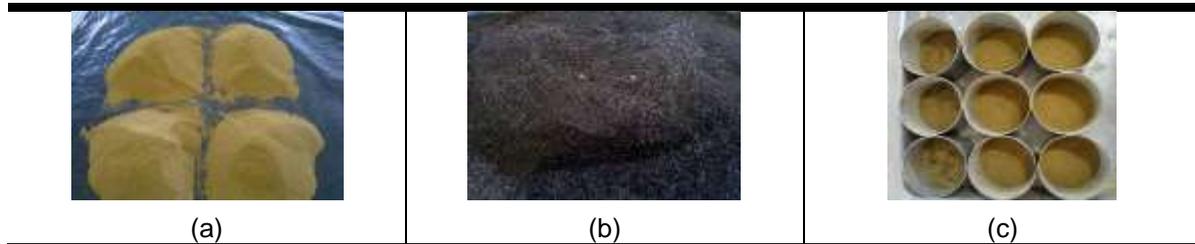
<sup>5</sup>francinemachadonunes@gmail.com

<sup>4</sup>Acadêmica do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé – RS. nicoly.coral@gmail.com

<sup>5</sup>Prof. Dr. do Núcleo de Desenho Técnico da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé – RS. cristiano.unipampa@gmail.com



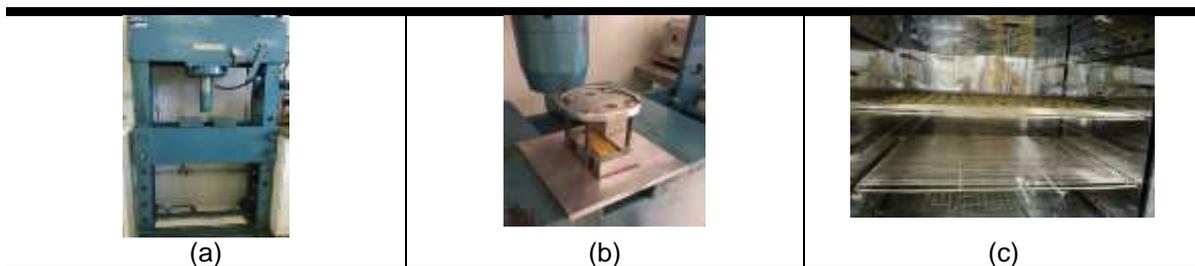
A argila é proveniente de uma olaria da região do município de Bagé – RS. A cinza da lã de ovinos foi fornecida por uma indústria têxtil. A argila in natura foi seca à temperatura ambiente, destorroada e pulverizada em moinho de martelos. A queima da lã foi realizada à temperatura ambiente em um recipiente de alumínio nas dependências da Universidade Federal do Pampa, e logo após ser certificado que as fibras estavam rompidas, fez-se o peneiramento. As Figuras 1 (a), (b) e (c) mostram as imagens da argila in natura, cinza da lã e controle de umidade das amostras, respectivamente.



**Figura 1** – Ilustrações da argila in natura (a), cinza da lã (b) controle da umidade inicial das amostras (c).  
**Fonte:** Autor, 2015.

Em seguida, a cinza da lã foi incorporada à argila em percentuais de 0, 5, 10, 20 e 30% (amostras A0, A5, A10, A20 e A30 respectivamente).

Para a etapa de conformação dos corpos de prova por prensagem, inicialmente fez-se o controle de umidade inicial das amostras (Figura 1c) com a secagem em estufa a 110°C por 24h, e após este período adicionou-se água nesses materiais até atingir um percentual de umidade entre 8 a 12%, a fim de se obter uma massa plástica adequada. Abaixo estão ilustradas algumas das etapas da prensagem realizada, onde as Figuras 2 (a), (b) e (c) mostram a prensa hidráulica, a moldagem do corpo de prova e a secagem destes na estufa, respectivamente.



**Figura 2** – Ilustrações da prensa hidráulica (a), etapa de conformação (b) e secagem em estufa (c).  
**Fonte:** Autor, 2015.

Os corpos de prova foram prensados em prensa hidráulica motorizada, marca NOWAK, com capacidade de 60 toneladas, (Figura 2a) com auxílio de um molde de aço com dimensões de 65x25x5mm (Figura 2b). Foram conformados cerca de 25 corpos de prova para cada amostra, sendo que para esta análise utilizou-se os valores encontrados em 100 amostras do total das formulações. Após, na etapa de secagem, estas amostras foram secas em temperatura ambiente durante 24 horas e, logo após, foram levadas para estufa a 110°C por 24 horas.

Depois da coleta e controle dos dados, das pesagens e das medições dos corpos de prova durante a secagem, foi determinado a umidade de conformação e a contração linear de secagem dos corpos de prova, segundo o padrão normativo CIENTEC C-20 e C-21 (1995).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



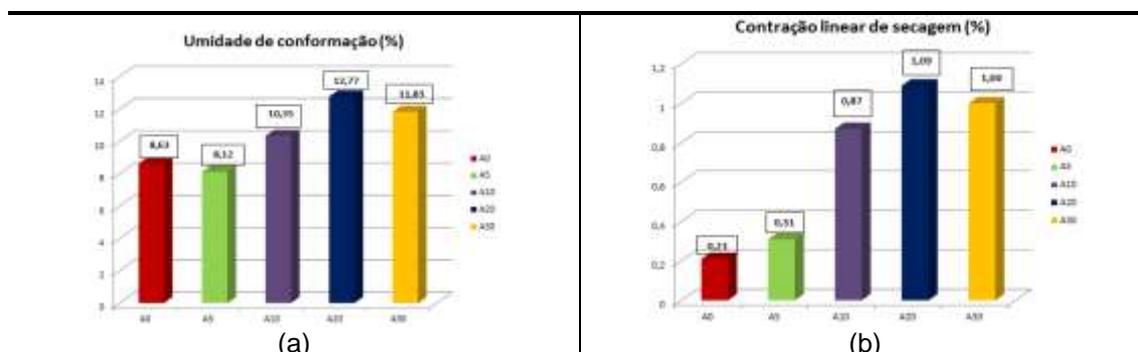
A Tabela 1 apresenta a média dos valores encontrados para o peso e parâmetros dimensionais (largura, altura e comprimento). Os valores obtidos são correspondentes à argila in natura (A0) e formulações de 5% (A5), 10% (A10), 20% (A20) e 30% (A30), após as etapas de prensagem e de secagem em temperatura ambiente e após secagem na estufa. Foram utilizados para a média aritmética, os valores encontrados de 25 corpos de prova de cada uma das formulações.

**Tabela 1:** Resultados da média para o peso e parâmetros dimensionais das amostras.

Argila e Formulações		A0	A5	A10	A20	A30
Após prensagem	Peso Médio (g)	19,55	19,49	19,62	19,62	19,70
	Desvio Padrão	0,502	0,529	0,294	0,367	0,303
	Comprimento Médio (mm)	64,53	64,43	64,69	64,74	65,04
	Desvio Padrão	0,137	0,240	0,075	0,103	0,207
	Largura Média (mm)	25,10	25,23	25,13	24,93	25,11
	Desvio Padrão	0,078	0,855	0,104	0,082	0,112
Após secagem na estufa	Peso Médio(g)	18,00	18,02	17,78	17,40	17,62
	Desvio Padrão	0,540	0,483	0,250	0,381	0,362
	Comprimento Médio (mm)	64,40	64,23	64,13	64,74	64,39
	Desvio Padrão	0,155	0,193	0,109	0,516	0,014
	Largura Média (mm)	25,09	24,99	24,92	24,91	24,98
	Desvio Padrão	0,084	0,110	0,087	0,095	0,086
	Altura Média (mm)	5,55	5,72	5,72	6,09	6,24
	Desvio Padrão	0,246	0,276	0,197	0,275	0,166

Fonte: Autor, 2015.

A Tabela 1 mostra que os valores dos parâmetros encontrados durante a etapa de secagem modificaram-se em relação tanto ao peso dos corpos de prova quanto as dimensões monitoradas. Observou-se que houve uma redução de peso e nas dimensões em relação a todas as amostras analisadas, comparando os valores após a prensagem e durante a etapa de secagem. A partir dos valores contidos na Tabela 1, foi possível determinar a umidade de conformação e a contração linear de secagem para cada amostra. Os resultados obtidos se encontram ilustrados nos gráficos das Figuras 3a e b abaixo. Nesta mesma Tabela 1 foram calculados também os desvios padrão de todos os testes onde os maiores valores obtidos foram 0,502 para o peso da amostra A0 de argila o que demonstram a baixa variabilidade dos resultados encontrados em todas as amostras.



**Figura 3:** Valores obtidos para (a) umidade de conformação e (b) contração linear de secagem para todas as formulações.

Fonte: Dados obtidos na pesquisa.

O gráfico da Figura 3a mostra as taxas de umidade de conformação de todas as formulações. É observado que a maior taxa de umidade encontrada foi na amostra A20 (12,77%) e a menor taxa de umidade foi da amostra A5 (8,12%). Os valores obtidos diferenciam entre si devido ao aumento da adição da cinza na argila onde requer uma maior quantidade de adição de água na mistura. A consequência deste aumento de água está no fato da



cinza possuir maior porosidade quando comparada à argila in natura, acarretando em uma maior retenção de água.

O gráfico da Figura 3b mostra as taxas de contração linear de secagem relacionada a cada uma das formulações. A facilidade em reter água no interior dos corpos de prova ficou evidente principalmente nas formulações incorporadas com cinza de lã, pois as taxa de contração de secagem foi aumentando a medida que houve acréscimo da cinza de lã. As formulações A0 e A5 apresentaram as menores taxas de contração linear de secagem, 0,21% e 0,31%, respectivamente. Para estas formulações não precisou-se grande quantidade de água para a conformação, cerca de 8% de adição, em vista disto a velocidade de secagem nestes corpos de prova foi maior que nos prensados contendo as formulações A10, A20 e A30. Portanto, quanto maior a percentagem de cinza na amostra, maior será a necessidade de água na mistura e conseqüentemente, maior a taxa de umidade de conformação e menor taxa de contração linear de secagem.

No entanto, a conformação pelo processo de prensagem foi benéfica devido as menores taxas de retração durante a secagem, mesmo para as formulações com maior percentagem de cinza.

#### 4 CONCLUSÕES

A incorporação de resíduos sólidos como a cinza de lã de ovinos em argila in natura foi possível em equidade ao comportamento final dos corpos de prova prensados. Os resultados demonstraram que, a medida que a cinza de lã é incorporada na argila, maior é a taxa de umidade de conformação e menor a taxa de contração linear de secagem dos corpos de prova prensados. Essas alterações nas propriedades dos corpos de prova produzidos estão relacionadas ao aumento de poros abertos observados na etapa de secagem e conseqüentemente, aumento na absorção de água no interior destes.

Assim, conclui-se que a incorporação de cinza de lã em produtos cerâmicos tradicional pelo método da prensagem é viável tendo em vista a diminuição dos impactos ambientais e crescimento na área de construção civil para a Região da Campanha.

#### REFERÊNCIAS

FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. M-CIENTEC C-020: Argilas – Determinação da Umidade de Conformação. CIENTEC, Porto Alegre, RS, 1995.

\_\_\_\_\_. M-CIENTEC C-021: Argilas – Determinação da Contração Linear de Secagem. CIENTEC, Porto Alegre, RS, 1995.

ALBERO, J. L. A. Avaliação A Operação de Prensagem: Considerações Técnicas e sua Aplicação Industrial Parte I: O Preenchimento das Cavidades do Molde. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 5, p. 23 - 28, 2000.

DIAS, L. G. Estudo do Processo de Secagem em Estufa e por Microondas de Compósitos Cerâmicos de Argila e Resíduos de Esteatito. Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ. São João Del Rei, MG, 2013.