

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E TEOR DE LODO GALVANICO NA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE CERÂMICA DE ARGILA VERMELHA

UILLIAN DA PORCIUNCULA NUNES¹; FRANCINE MACHADO NUNES²; RUBENS CAMARATTA³; FERNANDO MACHADO MACHADO⁴

¹*Universidade Federal de Pelotas – uillian_porciuncula@outlook.com.br*

²*Universidade Federal de Pelotas – francinemachadonunes@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – rubenscamaratta@yahoo.com.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – fernando.machado@hotmail.com.br*

1. INTRODUÇÃO

A galvanização é um processo de tratamento de superfícies em que ocorre a formação de uma camada de revestimento, obtida com a imersão de uma peça em uma solução, com a finalidade de conferir proteção contra corrosão (NASCIMENTO, 2006). Segundo a NBR- 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2004) o resíduo resultante da galvanização se classifica como Resíduo Perigoso Classe 1. O mesmo é um lodo então o chamamos de lodo galvânico. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a redução da geração de resíduos sólidos é a prioridade para o manejo dos resíduos sólidos no Brasil e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos é de responsabilidade da empresa segundo a LEI de número 12.305, de 2 de agosto de 2010. A indústria cerâmica tem grande capacidade de absorção de resíduos industriais em virtude do seu grande volume de produção (MENEZES, R. 2002). O tijolo fabricado com argila é um material muito conhecido e utilizado na construção civil, conformado por extrusão ou prensagem e queimado à temperatura que permita ao produto final atender as normas segundo a NBR 7170 – ABNT, 1983. Buscando minimizar os danos ambientais causados pela destinação do lodo galvânico em aterros, o presente trabalho analisa a utilização deste resíduo para a fabricação de peças de cerâmica vermelha. Para isso, neste trabalho foram investigadas diferentes proporções de lodo galvânico incorporado à argila e temperaturas de sinterização que variam de 600 a 1100°C. Ambas matérias primas foram disponibilizadas por empresas da cidade de Pelotas -RS. Foram feitas análises para definir a composição do resíduo, ensaios de plasticidade, liquidez, absorção de água, retração de queima.

2. METODOLOGIA

As matérias-primas foram doadas de uma olaria uma empresa de eletrogalvanização ambas situadas na cidade de Pelotas, RS. O primeiro passo foi preparar amostras para a análise no Espectrômetro de Fluorescência de Raios X (FRX).

Para determinar o limite de plasticidade (LP) e o limite de liquidez (LL), 200g de cada uma das amostras foram secas em estufa a $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24h e então moídas. Do pó passante em peneira com malha de abertura de 0,42mm, foi utilizado 150g para o ensaio de liquidez e 50g para o de plasticidade. Para o ensaio de LP utilizou-se a NBR 7180 (1984) e para o ensaio de LL utilizou-se a NBR 6459 (1984). As amostras previamente pesadas foram então levadas à estufa durante 24 h a $105 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ para perder umidade e transcorrido o período, pesou-se novamente.

Para a fabricação de amostras sinterizadas, as matérias-primas, depois de secas em estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$ por 24h e moídas foram peneiradas em peneira com malha de abertura de 0,177 mm. Foram então preparadas composições de 100%, 80%, 60%, 40%, 20% e 0% de argila e o restante de lodo galvânico. As composições foram umidificadas com uma solução de água com 10% em massa de acetato de polivinila (PVA) e misturados novamente de maneira que não restassem aglomerados e ficaram 24 horas em descanso. Para cada composição, duas partes de 22g foram pesados e utilizadas para preparar corpos de prova de dimensões aproximadas de 12x10x60 mm por prensagem uniaxial com pressão de 54,5 MPa. Cada corpo de prova foi partido em 3 partes, resultando em 36 peças que foram divididas para a realização da queima nas temperaturas de 600C°, 700 C°, 800C°, 900C°, 1000C° 1100C° com rampa de aquecimento de 2,5°/ min e 30 min te patamar de queima.

Por fim foi realizado o teste de absorção de água onde as peças sinterizadas foram inicialmente pesadas secas e em seguida foram coladas em um Becker com água a 100C° por duas horas para que absorvessem água. Após esfriar, colocamos uma peça de cada vez em um Becker com água onde foi utilizado um acessório como mostra a figura 1b para que ficassem submersas sem contato com o recipiente e assim pesadas novamente para obter o peso submerso.



Figura 1: a) Fervura das peças por 2 horas. b) Aparato montado para a obtenção do peso submerso.

Numa terceira etapa, as peças foram retiradas da água, e com um papel úmido foi removida a água superficial para a pesagem das peças úmidas para a obtenção do peso úmido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espectroscopia de fluorescência de raios X (FRX) nos possibilitou identificar e quantificar os elementos presentes no lodo galvânico mostrados na tabela 1. A análise demonstra que a matéria prima não continha metais pesados, o que foi positivo para dar continuidade a pesquisa.

Tabela 1: Resultado da análise de FRX para o lodo galvânico

SiO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	ZnO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅
59,9%	21,8%	4,81%	3,42%	3,33%	2,93%	1,85%	1,21%	0,66%

Os resultados para limites de plasticidade (LP) e liquidez (LL) da argila foram 14 e 31,04 respectivamente, o valor do índice de plasticidade (IP) é $IP = LL - LP$, indicando assim o valor igual a 17. Em comparação com a teoria dos limites de consistência ou Limites de Atterberg um $IP > 15$ revela a classificação de um solo muito plástico (ARAÚJO, 2015),.

Para o lodo galvanico, os resultados de limites de consistencia foram inconclusivos, tendo em vista que não se obteve a consistencia necessaria para o ensaio, mostrando assim a grande falta de plasticidade no resíduo, provavelmente devido a falta de argila minerais de estruturas lamelares.

O teste de absorção demonstrou que com o aumento da temperatura de queima, as peças tendem a ter menor absorção de água, como resultado do processo de sinterização. O teor de argila se mostrou fundamental para as peças apresentarem menor absorção de água quando sinterizadas em temperaturas até 1000°C, no entanto quando sinterizadas a 1100°C, se pode observar salto no processo de densificação das peças preparadas com lodo galvânico, sendo que todas as composições com lodo galvânico apresentaram absorção de água inferior a 20% quando sinterizadas a 1100°C. A figura 2 mostra os resultados de absorção de água em função do teor de argila.

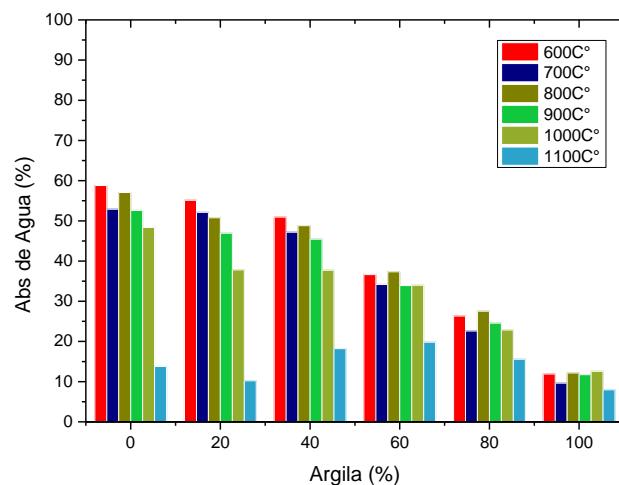


Figura 2: Absorção de água em função da temperatura de queima e do teor de argila na composição.

A figura 3 mostra os resultados de retração linear de queima (a) e perda de massa na queima (b). Pode-se observar na figura 3 a que ocorre um grande aumento na retração linear das amostras com lodo galvânico. Essa retração está relacionada com a grande perda de massa que ocorre na sinterização da massa com lodo galvânico conforme se observa na figura 3b, onde a perda de massa da amostra de 100% lodo galvânico chegou a 24% na sinterização a 1100°C.

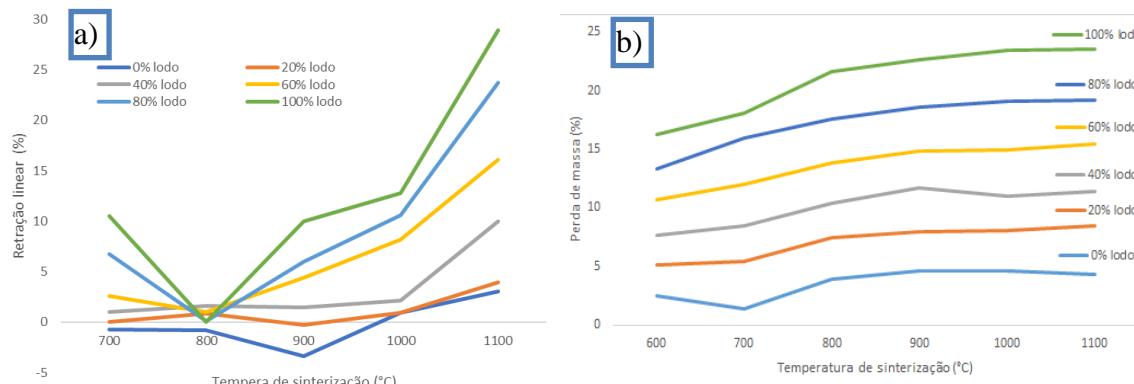


Figura 3: a) Retração linear de queima das amostras sinterizadas de 700 a 1100°C. b) Perda de massa das amostras sinterizadas em temperaturas de 600 a 1100°C.

4. CONCLUSÕES

A análise de fluorescência de raios X do lodo galvânico não revelou a presença de metais pesados em grandes quantidades, demonstrando potencial para uso desse rejeito em cerâmicas. O lodo galvanico com se mostrou um material sem plasticidade e com grande perda de massa e retração na queima. Os resultados apresentados neste trabalho mostraram que a incorporação de lodo galvânico na argila é capaz de gerar produtos de baixa absorção de água quando sinterizado na temperatura de 1100°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NASCIMENTO, T. C. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos da indústria de galvanização.** 2006. 230p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

Menezes, Romualdo R., G. D. A. Neves, and Heber C. Ferreira. "O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas como matérias-primas cerâmicas alternativas." *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6.2 (2002): 303-313.

_____. **NBR 7180: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade.** Rio de Janeiro, RJ, 1984.

BRASIL, **Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 20 de julho de 2015

ARAÚJO, S. C. J. F. N. **Análise de miscroestrutura e de caraterísticas geotécnicas de misturas de resíduo de polimento de porcelanato e solo.** 2016. 115f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.