

## ESTUDO PRELIMINAR PARA A UTILIZAÇÃO DE LODO DE ETA PARA A PRODUÇÃO DE CERÂMICA ARTÍSTICA

João Carlos Pozzobon (Outros-Unioeste), Juliana Fenner Ruas Lucas, Nora Díaz Mora (Orientadora), e-mail: [noradiaz@unioeste.br](mailto:noradiaz@unioeste.br)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/ Centro de Engenharias e Ciências Exatas

**Palavras-chave:** tratamento de água, artesanato, sinterização

### **Resumo:**

São apresentados resultados preliminares do estudo de incorporação de lodo da ETA Tamanduá de Foz do Iguaçu, à massa cerâmica utilizada por artesões da região para a produção de peças artística, identificando-se propriedades e parâmetros de qualidade para a massa baseada na mistura lodo-argila e para as peças cerâmicas sinterizadas.

### **Introdução**

O tratamento de água para consumo humano gera lodos decantados, com um alto teor de umidade, formados por materiais inorgânicos, matéria orgânica e microrganismos. Usualmente, o lodo de estações de tratamento de água (ETA) é destinado a aterros sanitários, porém os órgãos ambientais vêm exigindo uma melhor disposição desse resíduo.

Na busca por alternativas ambientalmente adequadas para o lodo gerado em suas ETA, a Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná), está desenvolvendo projetos conjuntos com universidades do Estado. No âmbito desses projetos, propôs-se aqui, pesquisar a incorporação de lodo de ETA em massa cerâmica utilizada para artesanato em substituição parcial à argila normalmente usada.

Esta pesquisa vem ao encontro dos principais objetivos do Projeto Trinacional de Artesanato Ñandeva [1], que consistem, dentre outros, em fornecer informação científica sobre como produzir peças artísticas, métodos para obtenção de produtos com elevada qualidade e subsídios técnicos aos artesãos na obtenção de novos materiais.

Tartari [2] estudou a adição de lodo à massas cerâmicas preparadas com quatro argilas da região de Foz do Iguaçu para a produção de blocos cerâmicos e comprovou que as mesmas comportam até 8% de lodo, sem prejuízos às propriedades comerciais destes produtos.

Do ponto de vista ambiental, é interessante a utilização da maior quantidade possível do resíduo nas mais diversas atividades do setor cerâmico. Assim, avalia-se neste trabalho a incorporação de 6, 8, 10, 12 e 15% de lodo à argila para artesanato a fim de se determinar os teores máximos de lodo para o fabrico de peças artísticas de qualidade. Posteriormente, analisar-se-ão as propriedades químicas, físicas e mecânicas da mistura selecionada e de peças sinterizadas com a mesma.

## **Materiais e Métodos**

O lodo utilizado é proveniente da ETA Tamanduá de Foz do Iguaçu – PR, composto por 31,6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 24,1%  $\text{SiO}_2$ , 18,6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,8%,  $\text{SO}_3$ , 2,2%  $\text{TiO}_2$  e 35,9% de matéria orgânica, conforme Tartari [2]. Para a preparação das massas cerâmicas, foram selecionados materiais primas usadas por artesãos de Foz do Iguaçu e região: a) uma argila natural da própria região, fornecida pela COART (Cooperativa de Artesanato da Região Oeste e Sudoeste do Paraná), e b) mistura industrializada de argila com chamote, procedente de São Paulo - SP, marca Pascoal, utilizada por artistas do Nandeva.

Para cada argila, definiu-se 5 diferentes misturas: 6, 8, 10, 12 e 15% de lodo seco para 94, 92, 90, 88 e 85% de argila, respectivamente. Determinou-se o teor de umidade do lodo e calculou-se a quantidade de lodo *in natura* por mistura com base em 300 g de massa seca. A determinação da umidade do lodo foi realizada pela média de 3 repetições, relacionando a massa de água de uma amostra de lodo *in natura* pela massa total desta. A massa de água foi obtida pela diferença entre a massa da amostra úmida e a massa desta amostra após secagem em estufa à 105 °C por 24 h [3].

Para cada uma das 10 misturas, preparou-se a massa cerâmica a partir do umedecimento da mistura e posteriormente as peças foram confeccionadas segundo o processo convencional dos artesãos, mediante modelagem em torno das massas cerâmicas e com o auxílio de uma artista plástica. As peças modeladas foram secas ao ar e posteriormente levadas a sinterização em forno elétrico à temperatura de 1000 °C, por 24 h.

O processo de confecção das amostras foi monitorado para identificar possíveis dificuldades técnicas na utilização das misturas. As peças prontas e lixadas passaram por inspeção visual e ensaio de porosidade.

Após a sinterização, as 10 peças foram imersas em água destilada por 48 h. Após este período, as peças saturadas foram secas em estufa à 105 °C até atingir massa constante. Pela diferença entre a massa da amostra saturada e a massa dessa amostra seca, obtém-se a massa de água que ocupa os poros da amostra. Uma vez que a densidade da água é aproximadamente igual a 1  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , é possível calcular o volume de vazios de cada amostra. O volume da amostra foi obtido pela variação de volume de água gerado pela imersão da amostra saturada em um recipiente com volume de água conhecido. A porosidade é o percentual de volume de vazios pelo volume da amostra.

## **Resultados e Discussão**

O teor de umidade do lodo *in natura* resultou ser igual a 82,62%, ou seja, apenas 17,38% do lodo consistiam em massa seca. A partir deste dado, calculou-se a composição das misturas, conforme a Tabela 1.

Após a homogeneização, observou-se que as massas apresentavam pedriscos e pequenos aglomerados de areia.

**Tabela 1** – Composição das misturas.

Composição	Lodo seco (g)	Argila (g)	Lodo <i>in natura</i> (g)	Mistura final (g)
6 % de lodo	18	282	97,950	379,950
8% de lodo	24	276	130,600	406,600
10% de lodo	30	270	163,251	433,251
12% de lodo	36	264	195,901	459,901
15% de lodo	45	255	244,876	499,876

Durante o processo de umedecimento das misturas, monitorou-se a quantidade de água adicionada. As misturas com 15, 12 e 10% de lodo não demandaram adição de água, mostrando-se a umidade do lodo suficiente para a obtenção da consistência necessária ao trabalho artístico. As misturas com 8 e 6% de lodo receberam adição de 12 e 40 mL de água, respectivamente para melhorar a maleabilidade da massa no torno.

No processo de modelagem das peças, realizado pela artista plástica, verificou-se que os pedriscos e os aglomerados de areia dificultavam o torneamento das massas cerâmicas e a confecção das amostras, comprometendo a qualidade (aspecto visual) das peças.

Após a queima das peças, foram observados furos e bolhas (Figura 1) em todas as amostras confeccionadas, decorrentes da presença de pedriscos, aglomerados de areia e matéria orgânica no lodo. Estes materiais não participaram das reações de decomposição e interação com os componentes da massa cerâmica durante a sinterização das amostras à temperatura de queima imposta, dando origem aos defeitos [4].



**Figura 1** – Furos e bolhas em amostra com 10% de lodo e 90% de argila utilizada no Ñandeva.

Os resultados do ensaio de porosidade (Tabela 2) indicam uma tendência de aumento da porosidade à medida que a proporção de lodo aumenta. Isto se deve à granulometria do lodo, que segundo Tartari [2] é principalmente arenosa e siltosa, e à temperatura insuficiente para promover uma melhor sinterização das frações [4]. As misturas com a argila Pascoal apresentaram menor porosidade em relação às misturas com a argila da COART com a mesma adição de lodo, provavelmente pela presença de chamote, que promove aumento da porosidade.

**Tabela 2** – Medidas realizadas para o cálculo da porosidade.

Composição	Massa peça saturada (g)	Massa peça seca (g)	Volume poros (mL)	Volume peça (mL)	Porosidade (%)
AC6%lodo	209,330	174,809	34,521	109	31,67
AC8%lodo	204,974	171,450	33,524	106	31,63
AC10%lodo	194,703	162,617	32,086	98	32,74
AC12%lodo	180,755	150,200	30,555	84	36,38
AC15%lodo	191,718	156,869	34,849	95	36,68
AP6%lodo	213,681	187,752	25,929	102	25,42
AP8%lodo	210,579	181,455	29,124	109	26,72
AP10%lodo	210,346	180,239	30,107	107	28,14
AP12%lodo	209,680	177,987	31,693	104	30,47
AP15%lodo	216,494	178,642	37,852	115	32,92

Legenda: AC – argila da COART, AP – argila Pascoal.

Apesar da dificuldade na homogeneização das massas cerâmicas e dos defeitos nas peças sinterizadas, verificou-se que todas as amostras apresentaram desempenho equivalente entre si e semelhante a peças confeccionadas sem a adição de lodo, em termos de trabalhabilidade artesanal e resposta à queima, estando aptas a receber a 2ª queima, comumente utilizada pelos artesãos para esmaltar as peças cerâmicas.

### Conclusões

Neste trabalho, constatou-se que é possível unir o lodo de ETA à argila para a produção de artefatos artísticos, reduzindo o consumo de argila e água no processo, entretanto, detectou-se a necessidade de realizar o peneiramento do lodo. Deve ser necessária, também, a adição de fundentes para a melhoria do processo de sinterização. Com essas medidas, acredita-se ser possível utilizar satisfatoriamente 15% de lodo em cerâmica artística.

### Referências

1. NÂNDEVA. Disponível em: <[http://www.nandeva.org/home\\_new/index.php](http://www.nandeva.org/home_new/index.php)>. Acesso em: 2 maio 2009.
2. Tartari, R. Incorporação de lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, como aditivo em massa para cerâmica vermelha. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.
3. EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
4. Silva, R. C. da. Obtenção e caracterização de vidrados contendo resíduos industriais. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2004.