

## **Aprimoramento de massas cerâmicas para artesanato com incorporação de jornal e lodo primário**

### **(Enhancement of ceramic masses for handicrafts incorporating newspaper and primary sludge)**

A. A. Siqueira<sup>1</sup>; J. R. Azevedo<sup>1</sup>; J. Alexandre<sup>1</sup>; A. R. G. Azevedo<sup>1</sup>; T. E. S. Lima<sup>1</sup>; L. S. P. Pessanha<sup>1</sup>; R. C. Cossetti Junior<sup>1</sup>; E. B. Zanelato<sup>1</sup>; E. B. Albuquerque<sup>1</sup>; G. B. Guarçoni<sup>1</sup>; T. P. Miguel<sup>1</sup>; C. V. Azeredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro  
Avenida Alberto Lamago, nº 2000, Parque California, Campos dos Goytacazes - RJ  
arenariandreia@gmail.com; azevedojessika21@gmail.com; jonasuenf@gmail.com;  
afonso.garcez91@gmail.com; thuanylima.es@gmail.com; lsppessanha@yahoo.com.br;  
renatocossetti@hotmail.com; ebzanelato@gmail.com; esterborgesdealbuquerque@gmail.com;  
giovannibruzzi@hotmail.com; thaispirovanem@gmail.com; cezarvillaca07@gmail.com

#### **Resumo**

*O projeto Caminhos de Barro busca inserir a comunidade de Campos dos Goytacazes em atividades de formação artística, cultural e técnica através da confecção de artefatos cerâmicos, dando valor agregado as peças produzidas. Visando contribuir para o aprimoramento da matéria prima utilizada na confecção das peças de artesanato, este trabalho tem o intuito de aplicar uma técnica similar ao Paper Clay para agregar maior leveza e plasticidade às peças produzidas no projeto. Para tanto, foram analisadas amostras com 0%, 2% e 5% de substituição em massa de argila por jornal ou resíduo da indústria de papel (lodo primário), sendo definido os limites de Atterberg, a massa específica aparente e avaliando a retração linear de secagem e de queima das peças cerâmicas queimadas a 800°C e 900°C. Os resultados obtidos mostram que a incorporação de até 2% de lodo primário e jornal nas massas cerâmicas foram satisfatórios, melhorando a trabalhabilidade da massa e resultando em peças mais leves e delicadas.*

*Palavras chave: Artesanato, Cerâmica, Jornal, Lodo Primário.*

#### **Abstract**

*The Caminhos de Barro project seeks to insert the Campos dos Goytacazes community in artistic, cultural and technical training activities through the production of ceramic artifacts, giving added value to the produced pieces. Aiming to contribute to the improvement of the raw material used in the handicraft, this work intends to apply a similar technique to Paper Clay to add greater lightness and plasticity to the pieces produced in the project. To do so, samples with 0%, 2% and 5% of mass substitution of clay by newspaper or waste paper industry (primary sludge) were analyzed, defining the Atterberg limits, the apparent specific mass and evaluating linear retraction of drying and burning of ceramic pieces burnt at 800°C and 900°C. The obtained results show that the incorporation of up to 2% of primary sludge and newspaper in the ceramic masses was satisfactory, improving the workability of the mass and resulting in lighter and more delicate pieces.*

*Keywords: Handicraft, Ceramics, Newspaper, Primary Sludge.*

## INTRODUÇÃO

A cerâmica possui uma vasta aplicação, sendo utilizados desde a construção de casas, vasilhames para uso doméstico, na construção de urnas funerárias e até como superfície para escrita. Sua produção é feita partir da argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. Depois de submetida à secagem para retirar a maior parte da água, a peça moldada é submetida a queima em altas temperaturas (ao redor de 1.000° C), que lhe atribuem rigidez e resistência mediante a fusão de certos componentes da massa e, em alguns casos, fixando os esmaltes na superfície [1]. Com isso, a cerâmica pode integrar diversas atividades socioeconômicas, desde atividades artísticas até industriais.

Dentro da esfera artística, o artesanato brasileiro é muito conhecido em todo o mundo por sua criatividade e tem grande importância para cultura nacional devido ao seu cunho histórico e social. Há cerca de 2000 anos, isso é, bem antes da descoberta do Brasil pelos portugueses, já existia em nosso país populações que fabricavam cerâmicas em aldeias instaladas próximas a rios e ribeirões, produzindo uma gama variada de potes, tijolos e outros artefatos cerâmicos [2]. Atualmente, famílias inteiras vivem da produção e da venda de peças artesanais no país, muitas delas exportadas para países dos cinco continentes. Além do enorme potencial de multiplicação do trabalho coletivo por meio de oficinas de aprendizagem, o artesanato preserva valores culturais das comunidades e estimula a cidadania de quem participa do processo criativo [3].

Pensando nessa lente de inclusão social, foi implementado o projeto “Caminhos de Barro” em Campos dos Goytacazes, cidade com grandes potencialidades industriais no setor cerâmico e uma vasta reserva de materiais argilosos disponíveis. Este projeto teve início no ano de 2000, na comunidade de São Sebastião, com o objetivo de criar um espaço que proporcionasse a formação artística e cultural dos moradores das comunidades desfavorecidas da Baixada Campista, promovendo o desenvolvimento econômico da região. Ao longo dos anos, o projeto vem formando artesãos de diversas camadas sociais da região, gerando renda e inclusão social, com pessoas montando seus ateliês em suas próprias residências ou disseminando a arte cerâmica em diversas instituições de ensino [3].

O desenvolvimento tecnológico e melhoria da matéria prima utilizada na confecção de artefatos cerâmicos é um fator também explorado pelo projeto. Visto isso, com o apoio da UENF, principalmente do Laboratório de Engenharia Civil (LECIV) e do Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV), tem-se evoluído na busca de melhorias nas propriedades físicas e químicas do material utilizado. Uma técnica bastante conhecida na esfera artesanal é

o Paper Clay, que consiste na adição de papel na argila para a confecção do barro. Essa técnica tende a solucionar problemas comuns que aparecem durante o processo de produção dos artefatos cerâmicos, como a falta de leveza das peças, falta de plasticidade da massa e problemas com trincas após a queima [4].

Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo elaborar uma nova massa, baseada na técnica do Paper Clay, misturando argila com jornal e lodo primário, e avaliar algumas propriedades desse novo material, tais como plasticidade, retração e massa específica aparente, de modo a obter uma massa mais trabalhável e leve para confecção de peças mais delicadas no projeto Caminhos de Barro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Materiais

Os materiais empregados na confecção das massas cerâmicas foram: argila, jornal, lodo primário e água da rede de abastecimento pública do Município de Campos dos Goytacazes.

A argila utilizada, também da região de Campos dos Goytacazes, é a mesma empregada no artesanato do projeto Caminhos de Barro, de modo a obter resultados coerentes com sua finalidade de uso no projeto. O barro já passado na “maromba” sai limpo e com considerável umidade. Foi feita a caracterização granulométrica desse material com base na NBR 7181 (2016), sendo definidas as frações granulométricas, a densidade real dos grãos e o teor de umidade através da secagem de amostras em estufa até obtenção de massa constante, como mostra a Tabela I. Essas análises definem a argila como inorgânica de alta plasticidade [5].

Tabela I: Caracterização da argila

Pedregulho	Frações Granulométricas (%)					Densidade Real dos Grãos (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de Umidade Média (%)
	Areia			Silte	Argila		
	Grossa	Média	Fina				
-	2,1	8,3	8,5	13,3	67,8	2,59	48,3

O jornal, como material amplamente descartado, será chamado neste trabalho de resíduo, sendo empregado com o intuito de reutilizá-lo através da técnica do Paper Clay. As folhas foram cortadas em quadrados de aproximadamente 3cm de lado, pesados ainda secos nas proporções a serem adotadas, imersos em água por cerca de uma hora e posteriormente batidos em liquidificador para obtenção de partículas finas. A mistura foi novamente pesada para que fosse descontada a massa de água absorvida pelo jornal na posterior mistura à massa de argila.

O lodo primário utilizado foi cedido pela Companhia Paduana de Papeis (COPAPA), situada no município de Santo Antônio de Pádua-RJ. Este resíduo é um material constituído principalmente por celulose, calcita e caulinita, e, quando exposto a elevadas temperaturas, libera CO<sub>2</sub>, aumentando a porosidade das peças cerâmicas [6]. Neste trabalho, ele foi utilizado exatamente como sai da indústria, ou seja, ainda úmido, sendo definido seu teor de umidade e descontada essa quantidade de água na posterior mistura com argila.

### Preparo da massa

A massa foi preparada através da mistura de argila, resíduo (jornal ou lodo primário) e água, sendo que as proporções de resíduo foram adicionadas em substituição a 2% e 5% da argila, mantendo-se, ainda, uma massa de referência sem adições para comparação da massa usualmente empregada nas oficinas do Caminhos de Barro com as novas misturas propostas baseadas na técnica do Paper Clay. A substituição da argila pelo resíduo foi feita em massa dos materiais secos, ou seja, foi descontada toda a massa de água absorvida nos materiais para realização das proporções. A argila e o resíduo foram homogeneizados, sendo adicionado mais água para facilitar o processo de mistura, a qual foi realizada com o auxílio de uma hélice acoplada a uma furadeira. Depois de homogeneizadas, as misturas possuíam uma consistência fluida, semelhante a de mingau, devido a adição extra de água. Para corrigir essa umidade, a pasta foi despejada sobre uma placa de gesso onde ficou descansando por 2±1 horas, como mostra a Figura 1, para que voltasse ao teor de umidade de 48±1 %, ou seja, próximo ao da massa de referência [4]. Na Tabela II estão dispostas as proporções empregadas para cada massa argilosa, onde REF, JO2, JO5, LP2 e LP5 correspondem as nomenclaturas para massa de referência, com 2% e 5% adição de jornal e com 2% e 5% de adição de lodo primário, respectivamente.

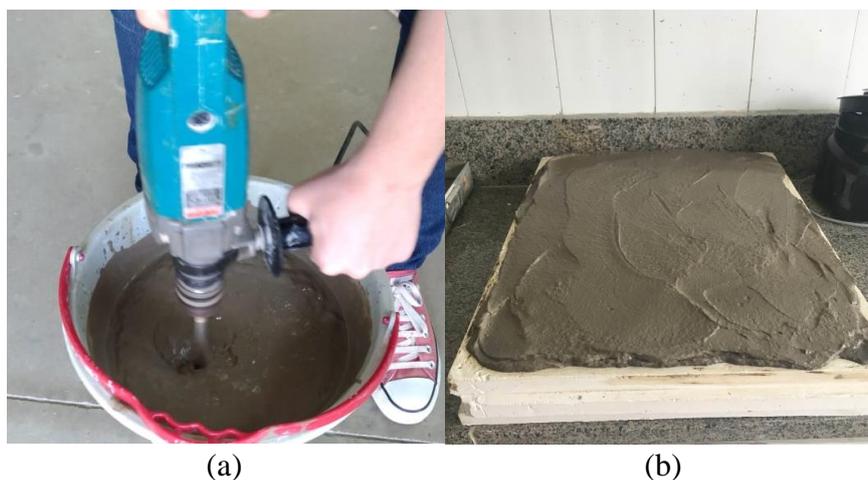


Figura 1: Processo de homogeneização da massa cerâmica (a) e de correção da umidade (b)

Tabela II: Composição em gramas (g) das misturas

	<b>Argila</b>	<b>Jornal</b>	<b>Lodo Primário</b>	<b>Água</b>
<b>REF</b>	1000			
<b>JO2</b>	980	20		1000
<b>JO5</b>	950	50		1000
<b>LP2</b>	980		20	1000
<b>LP5</b>	950		50	1000

#### Confeccção dos corpos de prova cerâmicos

Foram confeccionados doze corpos de prova para cada composição de massa argilosa com a finalidade de obter algumas propriedades das peças cerâmicas feitas com estes materiais. Para tanto, foi utilizado um molde metálico sendo aplicada uma prensagem uniaxial a 0,5 Mpa, uma vez que as amostras muito úmidas não permitem pressões superiores.

Os corpos de prova prismáticos com dimensões de 1,90X9,50X1,10 centímetros foram mantidos ao ar livre depois de moldados até obterem massa constante, depois foram levados a estufa a  $100\pm 5^{\circ}\text{C}$  novamente até massa constante e, por fim, foram queimados seis deles a temperaturas de  $800^{\circ}\text{C}$  e outros seis a  $900^{\circ}\text{C}$ , com uma taxa de aquecimento de  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  e isoterma de 180 min na temperatura de patamar, sendo o desligamento do forno o momento de resfriamento.

#### Análise empírica

As massas argilosas foram levadas até a oficina de arte cerâmica do projeto Caminhos de Barro, onde foi solicitado que as artesãs confeccionassem peças finas e delicadas com as cinco amostras, sem que elas soubessem do que se tratava cada massa. Posteriormente, elas foram perguntadas sobre qual das massas teria apresentado melhor trabalhabilidade e facilidade para moldar as peças e foram ouvidas suas observações. A Figura 2 mostra algumas das peças executadas pelas artesãs.



Figura 2: Peças esculpidas pelas artesãs do projeto Caminhos de Barro

### Análise experimental

A fim de analisar de forma técnica as amostras deste estudo, foram realizados ensaios de determinação dos limites de Atterberg das massas e ensaios de massa específica aparente e de retração linear de secagem e de queima dos corpos de prova confeccionados com as massas argilosas.

Os ensaios de limite de plasticidade e limite de liquidez foram realizados seguindo as normas NBR 7180 (2016) e NBR 6459 (2016), respectivamente. Cada massa crua, com as diferentes proporções de resíduo, foi ensaiada cinco vezes de modo a obter uma média representativa de suas propriedades, e posteriormente calculado o índice de plasticidade de cada amostra subtraindo o limite de liquidez pelo limite de plasticidade [7,8].

Para determinar a massa específica aparente dos corpos de prova, utilizou-se a Equação A, calculada a partir das massas dos mesmos secos ( $M_s$ ), úmidos ( $M_u$ ) e imersos em água ( $M_i$ ) [9].

$$MEA = \frac{M_s}{M_u - M_i} \quad (A)$$

Também foi calculada a retração linear de secagem aplicando a Equação B, sendo determinado o comprimento dos corpos de prova após a conformação ( $L_v$ ) e após secos em estufa a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $L_s$ ).

$$RLS = \frac{L_v - L_s}{L_v} \times 100 \quad (B)$$

Por fim, através da variação do comprimento das peças antes e depois da queima, é possível determinar a retração linear de queima. Conhecendo seu comprimento antes de colocado no forno ( $L_s$ ) e depois de queimado ( $L_q$ ), aplica-se a Equação C.

$$RLq = \frac{L_s - L_q}{L_s} \times 100 \quad (C)$$

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### Análise empírica

As artesãs do projeto Caminhos de Barro fizeram suas observações sobre as massas argilosas sem saber de quais misturas se tratava cada uma das amostras. Chegaram a um consenso de que as massas com 2% de jornal e de lodo primário e a de 5% de lodo primário apresentaram maior trabalhabilidade e facilidade de moldar peças delicadas, permitindo a confecção de peças mais finas que a massa de referência. No entanto, a massa com 5% de

jornal foi caracterizada como a pior de se trabalhar dentre as 5 amostras levadas até as artesãs. Segundo elas, essa massa era muito fibrosa, como pode ser observado na Figura 3, o que prejudicava o acabamento e dificultava a modelagem.



Figura 3: Massa com incorporação de jornal

#### Análise experimental

Buscando uma justificativa para a opinião das artesãs, são relatados e analisados a seguir os resultados dos ensaios realizados.

Na Tabela III encontram-se as médias dos resultados de limite de plasticidade e limite de liquidez das 5 amostras estudadas. Percebe-se que a inserção dos resíduos aumentou a plasticidade das massas argilosas comparadas com a de referência, como já era esperado. Foi por esse motivo que as artesãs sentiram maior facilidade de trabalhar com as massas com incorporação de resíduos, já que a trabalhabilidade está relacionada com a plasticidade.

Tabela III: Valores médios em porcentagem (%) dos Limites de Atterberg

	<b>Limite de Liquidez</b>	<b>Limite de Plasticidade</b>	<b>Índice de Plasticidade</b>
<b>REF</b>	61,3	30,5	30,9
<b>JO2</b>	67,4	29,6	37,8
<b>JO5</b>	72,7	30,4	42,2
<b>LP2</b>	67,0	26,4	40,6
<b>LP5</b>	61,6	27,7	33,9

A Figura 4 apresenta os resultados da massa específica aparente dos corpos de prova cerâmicos estudados, onde nota-se a ocorrência de um leve decréscimo nos valores conforme aumenta-se as proporções de resíduos para ambas temperaturas. Isso acontece devido ao fato de ambos resíduos (lodo primário e jornal) serem mais leves que a argila e, uma vez adicionados em substituição da mesma, deixam a peça final mais leve. Vale ressaltar, ainda, que os menores valores para massa específica aparente são os das peças queimadas a 800°C, ou seja, a menores temperaturas.

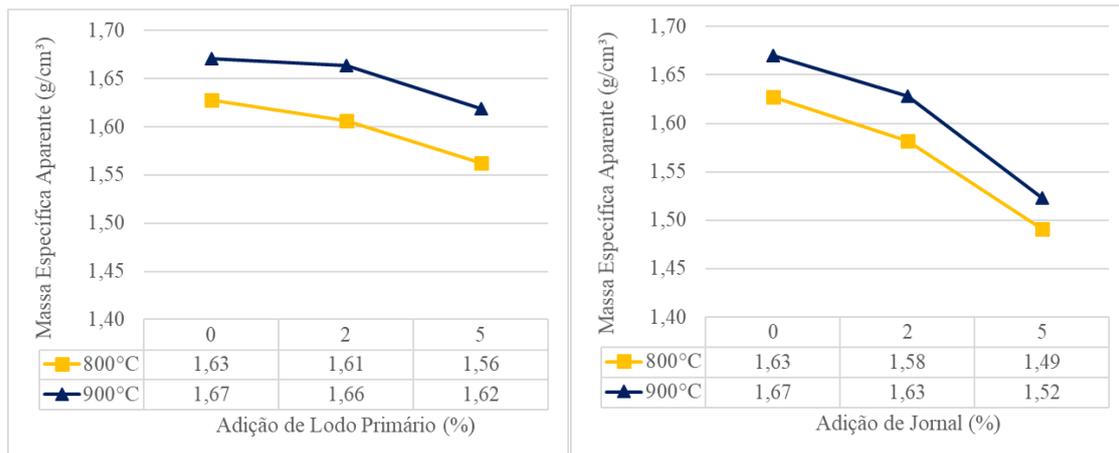


Figura 4: Massa Específica Aparente dos corpos de prova cerâmicos

Na Figura 5 estão os resultados de Retração Linear de Secagem dos corpos de prova das cinco diferentes massas argilosas. A secagem representa a perda de massa das amostras no período em que ficaram ao ar livre e em estufa, ou seja, antes da queima. Observa-se que há um leve aumento na retração das amostras conforme se aumenta o percentual de substituição de argila pelos resíduos. No entanto, ressalta-se que não há diferença significativa entre as amostras de referência e as com incorporação de 2% de jornal ou lodo primário, uma vez que a variação dos resultados encontra-se dentro do erro estatístico.

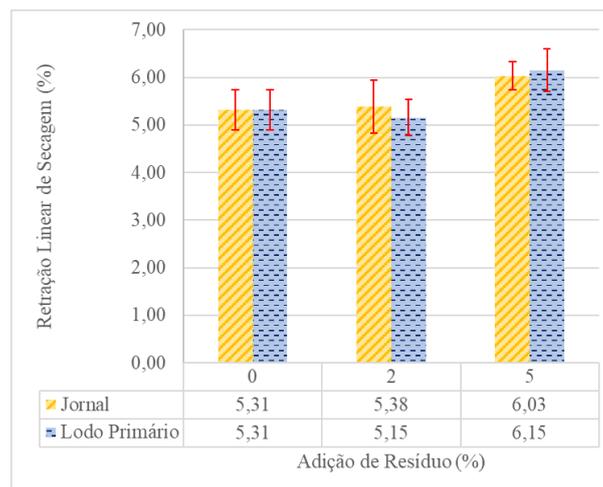


Figura 5: Retração Linear de Secagem dos corpos de prova cerâmicos

Observa-se na Figura 6 os resultados referentes a retração linear de queima dos corpos de prova com incorporação de lodo primário e jornal. Os gráficos comparam as duas temperaturas de queima adotadas (800°C e 900°C), sendo possível perceber que em todas as amostras houve um aumento significativo na retração das peças queimadas a 900°C em comparação as queimadas a 800°C. Ou seja, para peças artesanais, queimas a temperaturas

muito elevadas podem ser prejudiciais, uma vez que alteram o aspecto da peça ao causar maior retração [10].

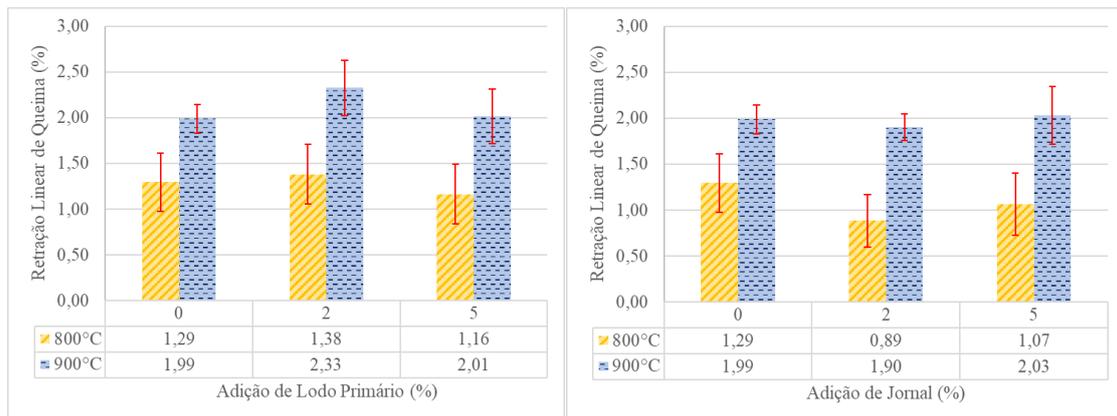


Figura 6: Retração Linear de Queima dos corpos de prova queimados a 800°C e 900°C

## CONCLUSÕES

A incorporação de resíduo da indústria de papel e jornal nas massas para confecção de artefatos cerâmicos mostrou-se satisfatória na análise realizada neste trabalho, sendo possível chegar as seguintes conclusões:

- A partir da avaliação empírica realizada pelas artesãs do projeto Caminhos de Barro, entende-se que houve uma melhora na trabalhabilidade da massa com 2% de incorporação de jornal e das massas com 2% e 5% de incorporação de lodo primário. De fato, utilizando as misturas com adição de resíduos, as artesãs produziram com facilidade peças mais finas e delicadas em comparação com as peças de referência sem nenhuma adição.
- Buscando nos procedimentos experimentais uma explicação para a análise empírica, notou-se um aumento significativo no índice de plasticidade das massas com adição de resíduos comparada a massa sem adições. Com isso, entende-se que as artesãs tiveram maior facilidade de trabalhar com as massas com incorporação de resíduos devido ao aumento da plasticidade, uma vez que a trabalhabilidade está diretamente relacionada à plasticidade.
- Como já era esperado, houve uma queda na massa específica aparente dos corpos cerâmicos com incorporação de resíduos, sendo que quanto maior a proporção de resíduos menor é a massa específica. Além disso, temperaturas mais baixas também favorecem a obtenção de valores inferiores de massa específica para as peças cerâmicas.

- Analisando a retração linear das peças, mesmo havendo um acréscimo na retração de secagem das peças com adição de resíduos comparadas as peças de referência, essa diferença foi irrelevante para as adições de 2% de jornal ou de lodo primário, o que credencia a utilização dessa proporção de resíduo na massa cerâmica sem afetar a retração de secagem. Por sua vez, houve um aumento acentuado na retração de queima das peças queimadas a 900°C em comparação as peças queimadas a 800°C, o que evidencia que queimas a altas temperaturas podem ser prejudiciais para artefatos cerâmicos, uma vez que mudam o aspecto final da peça moldada.
- Portanto, a partir das análises realizadas nesse estudo, sugere-se a utilização de até 2% de jornal ou lodo primário em substituição a argila na massa cerâmica, a fim de conseguir uma trabalhabilidade melhor na modelagem e peças finais delicadas. Além disso, sugere-se a temperatura de 800°C para a queima das peças a fim de evitar retração excessiva e garantir peças mais leves ao final do processo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UENF (LECIV, LAMAV e projeto Caminhos de Barro), pelo espaço, equipe de técnicos e equipamentos utilizados nessa pesquisa. À COPAPA pelo fornecimento do resíduo estudado. À CAPES, FAPERJ e CNPq pelo apoio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] D. C. Santos, Revestimentos em Fachadas: Texturas x Cerâmicas, UFMG, Belo Horizonte (2012).
- [2] J. Alexandre, I. Rizzo, F. Garcia, Caminhos de Barro: Caminhos de Barro: Disseminação da Arte-Cerâmica. In: 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Ouro Preto (2016).
- [3] J. Alexandre, I. Rizzo, F. Garcia, Caminhos de Barro: Nossa História, Rio de Janeiro (2015).
- [4] D. Pellegrini, Paper Clay. Disponível em: <https://www.paperclay.com.br/>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica, Rio de Janeiro (2016).
- [6] R. M. Pinheiro, C. M. F. Vieira, R. Sánchez, S. N. Monteiro, Caracterização de resíduo de papel. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, Salvador (2007) pp. 1-11.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade, Rio de Janeiro (2016).
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez, Rio de Janeiro (2016).
- [9] P. S. Santos, Ciência e Tecnologia das Argilas. v. 1, 2ª Edição, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo (1989).
- [10] Azevedo, A.R.G., Alexandre, J., Xavier, G.C., Pedroti, L.G., 2018. Recycling paper industry effluent sludge for use in mortars: A sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*. 192, 335-346.