

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO MINERAL E PAPEL EM MASSA CERÂMICA

Tercio Graciano Machado ¹
Júlia Kauane de Medeiros Ribeiro²
Djalma Valério R. Neto³
Flanelson Maciel Monteiro⁴
Talita Fernanda Carvalho Gentil⁵
Raimison Bezerra de Assis⁶

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos

Resumo

A proposta deste trabalho foi desenvolver peças decorativas utilizando resíduo mineral e papel reciclado do tipo sulfite em massa cerâmica aplicando-se a técnica de paper clay. Para tanto foram utilizadas duas formulações com 10 e 15% de papel em dois tipos de argilas, com 10% de resíduo mineral da exploração de ouro, proveniente da mina da Yamana Gold, localizada no município de Jacobina - BA. A argila e o resíduo mineral foram caracterizados por fluorescência e difração de raios - X. Optou-se pelo uso de papel do tipo sulfite reciclado. Neste projeto foi desenvolvido um conjunto de folhas e flores típicas da região litorânea potiguar. As temperaturas de queima foram de 800 e 1000°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min. Os resultados obtidos demonstraram ser interessante a incorporação de resíduo mineral e celulose à massa argilosa para produção de peças decorativas que, apesar de apresentarem um produto com baixa resistência mecânica, propiciaram à massa uma excepcional trabalhabilidade e flexibilização no desenvolvimento de peças mais delicadas e com geometria impossível de ser desenvolvida utilizando apenas massa cerâmica tradicional. A utilização de tipos de papéis com tamanhos de fibras distintos e texturas variadas podem propiciar efeitos diversos nas peças finais.

Palavras-chave: Reciclagem; Resíduo mineral; Meio ambiente

¹Prof. Dr.. IFRN – Campus Natal Central/DIACIN, gracianomil@hotmail.com.

²Discente. IFRN – Campus Natal Central/DIAREN, ribeiro.julia@academico.ifrn.edu.br

³Técnico. IFRN – Campus Natal Central/DIAREN, djalma.neto@ifrn.edu.br

⁴Prof. Dr. IFRN – Campus Natal Central, flanelson.monteiro@ifrn.edu.br

⁵Prof. Me.. IFBA – Campus Jacobina/DEPEN, profa.talitagentil@gmail.com

⁶Prof. Dr. IFBA – Campus Santo Amaro/DEPEN, raimisondeassis@gmail.com

INTRODUÇÃO

As matérias primas usadas na produção dos materiais cerâmicos são recursos naturais limitados. Diante da demanda mundial por materiais cerâmicos e, por outro lado, a preocupação com o impacto causado pela exploração mineral e a escassez de matéria prima; a utilização dos resíduos minerais em massa cerâmica, em substituição das matérias primas convencionais, é uma opção que vem sendo estudada e, em alguns casos, considerada viável.

A questão da reciclagem dos resíduos e a sua possível utilização, bem como a questão ambiental global como um todo passou a ser um fator decisivo de tomada de decisão. Por outro lado, a cerâmica, a nível mundial, teve forte desenvolvimento tecnológico nos últimos 30 anos, onde o avanço dos materiais especiais, da tecnologia de combustão, da decoração, dos esmaltes e, em especial, do conhecimento da ciência dos materiais permitiu, através da combinação desses diferentes conhecimentos, o forte desenvolvimento da tecnologia e, conseqüentemente, o incremento da produção dos materiais cerâmicos, oferecendo ao mercado produtos com melhores características, produzidos por uma tecnologia limpa. (ARAÚJO *et al.*, 2019; BRAGA, 2005)

A massa Paper Clay consiste numa mistura de argila com papel, resultando num material com características únicas para modelagem. Permite confeccionar peças com tamanhos variados, unir partes em qualquer condição de umidade. Em ponto de couro pode-se continuar modelando sem que a peça apresente trincas. (PELLEGRINI, 2019)

O Paper Clay permite modelar peças cerâmicas de qualquer tamanho, unindo a argila em qualquer tamanho sem a necessidade de manter a peça úmida. Com a argila em ponto de couro pode-se continuar modelando sem o perigo que a peça sofra rachaduras. Essa massa tem essa propriedade de poder ser agregado em qualquer estado de umidade devido às fibras de celulose adicionadas à argila, estas fibras se comportam como pequenos condutores que bloqueiam a argila não permitindo que ela se movimente. Após

Realização



Apoio



a queima as fibras de celulose deixam poros proporcionando leveza às peças e uma aparência rústica. (SOARES, 2011)

As fibras de celulose, misturadas no interior da argila, conferem uma melhor resistência ao estiramento da massa, ou seja, sua capacidade de ser rasgada no sentido longitudinal. A melhora em sua estrutura interna minimiza a ocorrência de trincas durante o processo de secagem. Além disso, após a secagem total da peça, podemos reparar as trincas que ocorrerem e adicionar o Paper Clay sobre as regiões que já estavam secas, continuando-se o processo de modelagem. (SOARES, 2011; MACHADO, 2012)

A proporção de celulose e o tipo de papel utilizado podem variar e interferir no produto, bem como o tipo de resíduo mineral, pois quanto mais fibras forem adicionadas à massa cerâmica, mais forte ficará enquanto estiver crua, entretanto ficará mais frágil e leve após o processo de queima.

Neste contexto, A proposta deste trabalho foi incorporar resíduo mineral e papel reciclado do tipo sulfite em massa cerâmica; sendo esta utilizada para a produção de peças decorativas utilizando a técnica de paper clay, agregando valor ao produto e propiciando um destino adequado ao resíduo mineral.

METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada argila do município de Miguel Calmon – BA. Esta argila apresenta um $9 < IP < 15$, sendo considerada medianamente plástica. O resíduo mineral utilizado foi o da exploração de ouro, cedido pela empresa Yamana Gold, localizada no município de Jacobina – BA.

O resíduo mineral e a argila de Miguel Calmon utilizadas neste trabalho passaram pelo processo de cominuição mecânica, realizada no moinho de bolas, seguido pela etapa de peneiramento; sendo utilizado material particulado com granulometria passante na peneira de 200 mesh.

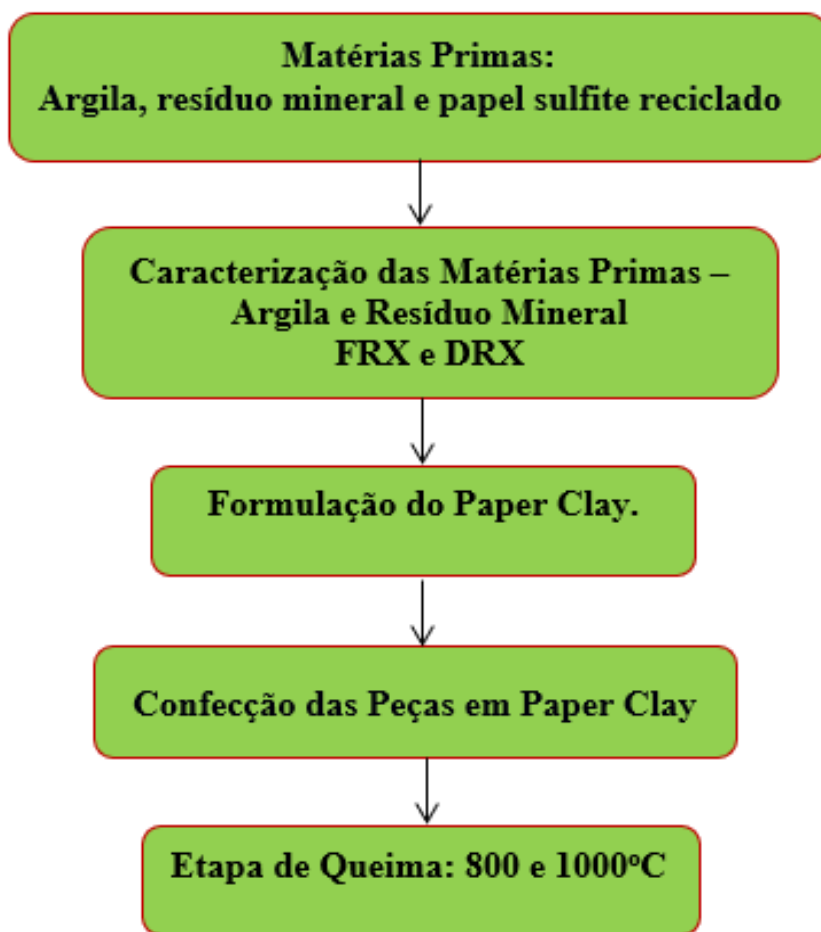
A metodologia simplificada adotada para o pleno desenvolvimento do projeto encontra-se apresentado na Figura 01.

Realização



Apoio





Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 01: Fluxograma da metodologia adotada no projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das Matérias Primas

A Tabela 01 mostra o resultado de fluorescência de Raios X realizado na argila de Miguel Calmon – BA e a Tabela 02 o resultado do resíduo da exploração de ouro fornecido pela empresa Yamana Gold.

Realização

Apoio



ÓXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	SO ₃	MgO	Cl	P ₂ O ₅	Outros
%	56,14	32,33	1,76	6,41	0,96	0,38	0,22	1,40	0,07	0,07	0,26

Tabela 01: Análise semiquantitativa da argila de Miguel Calmon – BA – FRX.

Na argila observa-se que o principal óxido presente é o SiO₂ (sílica), com teor de 56,14%, indicando a presença de silicatos (argilominerais, micas e feldspato) e sílica livre, na forma de quartzo, o que proporcionara na massa uma redução na plasticidade da argila. O segundo óxido mais abundante é o Al₂O₃ com 32,33%, geralmente combinado formando os argilominerais.

O feldspato potássico – K₂O, com teor de 1,76%, é considerado um fundente e confere resistência mecânica quando queimado entre 950° e 1000°C. O óxido de ferro – Fe₂O₃ possui teor de 6,41%, propiciando na massa cerâmica formada uma cor alaranjada, intensificando-se com o aumento progressivo na temperatura de queima. O teor de 1,40% de MgO está associado a presença de dolomita. (DURAES, 2019)

ÓXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	MgO	Outros
%	90,80	3,90	0,54	1,60	0,90	1,30	1,40	0,27

Tabela 02: Análise semiquantitativa do resíduo mineral da exploração de ouro em Jacobina/BA – FRX.

O principal óxido presente no resíduo da exploração de ouro de Jacobina/BA é o óxido de silício - SiO₂ com 90,80%. Devido esse óxido propiciar uma redução acentuada na plasticidade da massa cerâmica, deve-se trabalhar com um percentual não superior a 20%. Em massa cerâmica vem sendo utilizado em substituição ao uso de quartzo na formulação.

A Figura 02 mostra o difratograma da argila de Miguel Calmon – BA utilizada neste trabalho.

No difratograma percebe-se a presença de quartzo (SiO₂), caulinita [Al₂Si₂O₅(OH)₄], estando em conformidade com os resultados obtidos na análise por fluorescência de raios-X. A haloisita presente indica a presença de dolomita.

Realização

Apoio

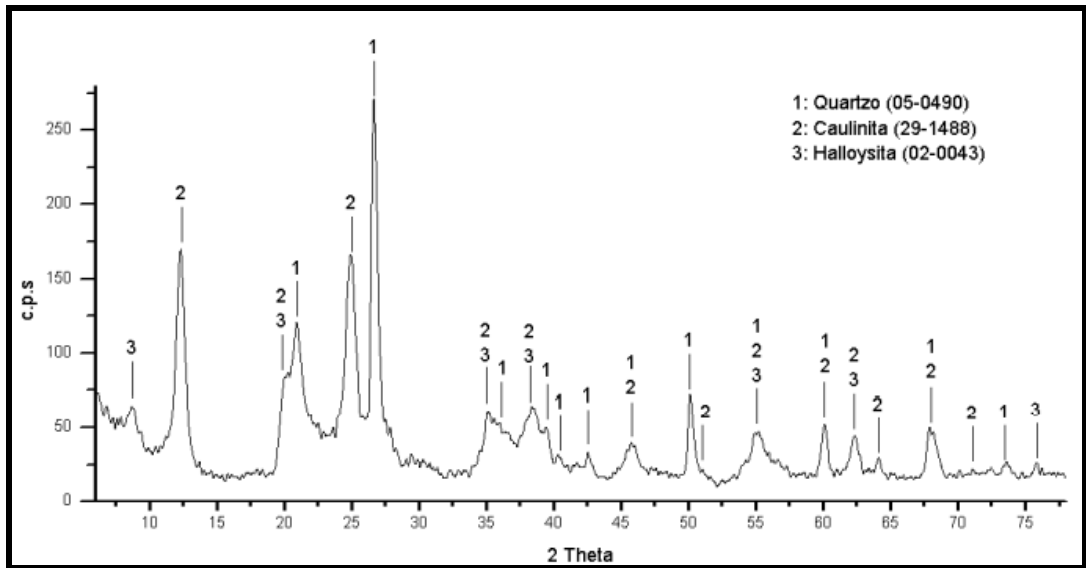


Figura 02: Difratoograma da argila de Miguel Calmon-BA.

A Figura 03 mostra a fluorescência do resíduo mineral utilizado.

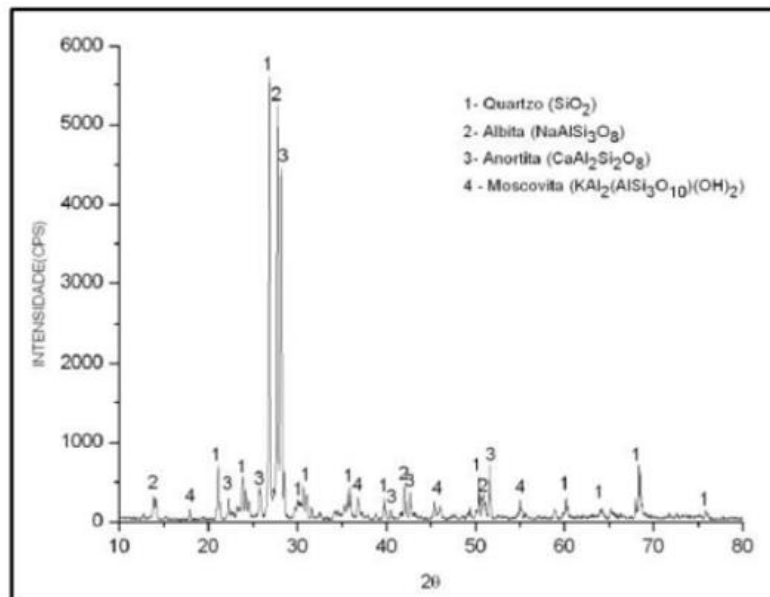


Figura 03: Difração de raios-X do resíduo mineral utilizado no projeto.

No difratograma de Raios X do resíduo os principais picos presentes são de

Realização

Apoio

quartzo (SiO_2), albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) e muscovita ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$), estando em conformidade com a análise de FRX realizada.

O papel sulfite utilizado foi proveniente de papel utilizado no próprio instituto de ensino, sendo reciclado.

Formulação das Massas de Paper Clay

A formulação da massa de Paper Clay é mostrada no Quadro 01.

FORMULAÇÃO		
MATÉRIAS PRIMAS	FORMULAÇÃO 1 PERCENTUAL EM MASSA (%)	FORMULAÇÃO 2 PERCENTUAL EM MASSA (%)
Argila de Miguel Calmon - BA	80	75
Papel Sulfite Reciclado	10	15
Resíduo Mineral	10	10
Água	40	40

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 01: Composição das formulações do paper clay.

Como o paper clay é trabalhado em solução aquosa, o percentual de água pode variar para mais ou para menos, dependendo do tipo de argila utilizada.

Preparação do Paper Clay

As seguintes etapas compõem a produção de paper clay:

. Preparação do papel, que deve ser picotado e deixado em imersão em água por pelo menos 3 horas, sendo em seguida triturado no liquidificador por 5 a 10 minutos, tornando-se uma pasta homogênea e uniforme. Em seguida deverá ser escorrido em uma peneira, eliminando-se o excesso de água, evitando-se dessa forma que a água interfira quando da pesagem do papel;

. Pesagem da argila a ser utilizada;

. Colocar todas as matérias primas (papel triturado pesado, após retirada do excesso de água, resíduo mineral, argila e 40 a 50% de peso em água), bater durante um tempo de 5 a 10 minutos, até virar uma mistura bem uniforme. Após essa etapa despeja-se

Realização

Apoio

essa mistura numa placa de gesso, procurando distribuir uniformemente, de forma a obter uma camada de paper clay na espessura desejada. Espessuras maiores implicam num tempo maior de secagem. Em média, com espessuras de 3 a 5 mm, o tempo necessário leva de 5 a 10 minutos. A percepção do tempo certo de secagem é feita repuxando as bordas da massa: destacando-se da placa de gesso com facilidade é uma evidência que a massa já está pronta para uso.

As Figuras de 04 a 08 mostram as etapas de preparação do papel clay.



Figura 04: Preparação do papel sulfite.



Figura 05: Pesagem das argilas utilizadas no trabalho.



Figura 06: Preparação do resíduo mineral.

Realização

Apoio



Figura 07: Espalhando a massa de Paper Clay na placa de gesso.



Figura 08: Paper clay pronto em ponto de couro sendo utilizado na confecção de flores.

A proporção de argila é sempre maior que a do papel, devendo-se procurar a proporção mais ideal para o tipo de trabalho que pretende desenvolver e o tipo de argila utilizada.

Processamento Térmico

As peças de paper clay após a confecção foram colocadas numa estufa a 57°C

Realização

Apoio

para secagem por 24 horas, sendo posteriormente queimadas num forno tipo Mufla, durante 1 hora, com taxa de aquecimento de 10°C/min, nas temperaturas de queima de 800 e 1000°C.

A Figura 09 mostra as flores de paper clay após a etapa de queima.



Figura 09: Flores de paper clay após a etapa de queima.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a utilização do resíduo mineral não interferiu na qualidade da massa de paper clay, podendo ser utilizado em conjunto com a argila, preferencialmente às altamente plásticas, pois o resíduo tende a diminuir um pouco a plasticidade da massa. No geral as peças de paper clay apresentam baixa resistência mecânica devido aos espaços vazios provenientes da saída das fibras de celulose durante a etapa de queima, contudo há grande melhoria na trabalhabilidade com essa massa e os efeitos obtidos podem ser diversificados através do uso de fibras de tamanhos e estruturas diferentes. Temperaturas mais elevadas, em torno de 1200°C, favorecerão uma maior resistência mecânica e uma maior diversidade de cores.

Realização

Apoio



A AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo de pesquisa Processamento Mineral – Campus/Natal Central pelo apoio e suporte técnico no desenvolvimento deste projeto, a DIPEQ/CNAT/IFRN pelo aporte financeiro na forma de bolsa de pesquisa e ao Laboratório de Tecnologia Mineral e Materiais – LT2M do IFRN/Campus Natal Central.

R REFERÊNCIAS

ARAUJO, H. S. R. *et al.*. **Incorporação de resíduo de quartzito da região de Queimada Nova-PI em massa cerâmica para produção de blocos estruturais.** 63º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2019. Bonito-MS.

BRAGA, B. *et al.*. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável.** Pearson Education do Brasil. São Paulo, 2ª Edição, 2005.

DURAES, M. O. *et al.*. **Produção de Peças de Decoração Utilizando o Paper Clay.** 55º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2019, Bonito - MS, Brasil.

MACHADO, T.G.. **Estudo da adição de resíduo de scheelita em matriz cerâmica: formulação, propriedades físicas e microestrutura.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. PPGCEM – UFRN, Natal-RN, 2012.

PELLEGRINI, D.. **Paper Clay.** Disponível em:
<http://paperclayceramica.blogspot.com/2014/06/o-que-e-paper-clay.html>. Acesso em: 01/02/2019.

SOARES, C. S. *et al.*. **Desenvolvimento de paper clay para cerâmica artística.** 55º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 29 de maio a 01 de junho de 2011, Porto de Galinhas, PE, Brasil.

Realização



Apoio

