

Utilização dos resíduos do endocarpo do coco seco para substituição do filito em materiais cerâmicos

(The utilization of marc of dried's coconut endorcarp for substitute the phyllite in ceramic materials)

R. J. S. Paranhos¹, D. S. R. Fiáis², L. S. S. Lima³, R. H. N. Rosário⁴, V. J. A. França⁵, D. M. A. A. Al-Qahtani⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia Rua Emídio dos Santos, S/N – Barbalho, Salvador - BA

¹Endereço de e-mail, rparanhos@ifba.edu.br

²Endereço de e-mail, diego.srf@hotmail.com

³Endereço de e-mail, larissa.sanyl@outlook.com

⁴Endereço de e-mail, renzo.rosario@ifba.edu.br

⁵Endereço de e-mail, vivianjulia12@gmail.com

⁶Endereço de e-mail, deham.ifba@gmail.com

Resumo

O estudo a seguir teve o objetivo de estudar a potencialidade do uso do endocarpo do coco-seco (ECS) como fundente, substituindo o filito na massa padrão de produção de cerâmicas esmaltadas. Verificou-se que o ECS pode vir a contribuir com a redução do coeficiente de térmica global da massa cerâmica, reduzindo custos de produção e impacto ambiental. Os 35 corpos de prova contribuíram para caracterizar, por meio de análises FRX, DRX, ATG, MEV/EDS. Para preparar as amostras, foi necessário aquecer, resfriar, pesar, medir, levar a ensaios afim de visualizar os resultados obtidos. Com resultados em mãos, pôde-se observar que a amostra G3 mostrou os resultados mais satisfatórios.

Palavras-chave: Cerâmica; Endocarpo de coco-seco; Sustentabilidade; Fundentes; Filito.

Abstract

The presente work sought the goal of study the use of dried's coconut endocarp (DCE) potentiality as melting, substituing the phyllite in the stantart mass of ceramic production of enamelled ceramic. It was verified that the DCE could afford in the coefficient of global thermal in the ceramic mass, besides reduce costs and ambiental ipacts. The 35 proof body contributed to characterize, with XRF, XRD, SEM/EDS, DTA. To prepare the samples, it was necessary to warm, to cool, to weight, measure, to test in order to visualize the final results. It can be observed that the G3 sample showed-up satisfactorier results.

Keywords: Ceramic; Dried coconut endocarp; Sustainability; Melting; Phillite.

INTRODUÇÃO

Há muito tempo, o homem vem desenvolvendo e descobrindo técnicas capazes de avançar cada vez mais nossa civilização. Foi assim na descoberta do fogo, na utilização e aperfeiçoamento de ferramentas de madeira e pedra, entre outras coisas. Uma inovação importantíssima para construção de novos objetos foi a descoberta da cerâmica. A partir desse momento, materiais cerâmicos se tornaram a base para produzir alguns produtos, principalmente no que diz respeito aos materiais básicos de todo domicílio, como o piso, por exemplo. A maioria dos objetos feitos com esse material possuem inúmeras vantagens, sendo o mais famoso seu alto nível de impermeabilidade. Essa particularidade se deve também graças a forma que a cerâmica é fabricada. Ela é fabricada basicamente pelo umedecimento da argila, que se torna mais fácil de modelar. Após essa etapa, há um processo de secagem, a fim de retirar boa parte da água, e um processo de aquecimento sob altas temperaturas, garantindo ao objeto maior rigidez e resistência [1].

Antigamente, no período pré-histórico, a cerâmica era mais usada como material artístico, utilizada para realizar vasos de barro sem asa, que tinham cor de argila natural ou eram escurecidas por óxidos de ferro. Com o avanço da humanidade e o surgimento dos trabalhos nas Indústrias, a cerâmica passou a ser de extrema relevância para a elaboração de alguns produtos, aumentando sua qualidade. Por causa disso, desenvolveram-se diversos tipos de cerâmica, como a vermelha (usada em tijolos, telhas, etc.), as brancas (louça de mesa, isoladores elétricos, entre outros), materiais refratários e a cerâmica da alta tecnologia [2].

Sendo assim, a Indústria sempre procurou uma forma de atualizar e melhorar a qualidade de seus produtos, avançando e realizando novas técnicas para atingir esse objetivo. Alguns estudiosos começaram a elaborar projetos de matérias orgânicas que visam substituir os elementos padrões, buscando uma maior qualidade e o barateamento dos produtos, além de criar uma prática mais sustentável.

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo. Por esse motivo, matérias-primas orgânicas provenientes de resíduos agroindustriais são abundantes em nosso país. E um dos destaques do Brasil no ramo agrícola é a produção de coco, ocupando o quarto lugar no ranking mundial com uma produção de 2,8 milhões de toneladas [3].

Partindo do princípio que esse seria um recurso de fácil acesso, e pensando na alta efetividade e utilização do uso do encorpado de coco na produção de carvão ativado [4], fabricação de pastilhas de freio, material impermeabilizante de chapas de madeira compensada [5], entre outros projetos, fundamentamos nosso trabalho: analisar como os

resíduos do endocarpo de coco seco poderiam auxiliar na produção da cerâmica, possibilitando assim, baratear sua fabricação e reduzir a utilização de matérias-primas não renováveis.

Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é estudar a possibilidade do uso do endocarpo do coco-seco (ECS) como fundente, substituindo ou diminuindo a quantidade de filito e/ou feldspato na massa padrão de produção de materiais cerâmicos.

Objetivos Específicos

- Caracterizar as matérias-primas por meio das técnicas de: Fluorescência de raios-X; Difração de raios-X; Análise granulométrica; diagrama de fases, curvas termogravimétricas e diferenciais, para inferir a influência desses componentes na massa cerâmica obtida;
- Analisar a influência provocada pelas modificações sobre as condições de sinterização (temperatura/tempo de patamar/perda de massa) sobre os corpos de prova obtidos;
- Comparar os resultados dos CDP com adição das ECS em substituição gradativa do filito com a massa padrão da indústria na produção de porcelanato;
- Avaliar a microestrutura dos corpos de provas por meio do microscópio eletrônico de varredura e difração de raios-X;
- Identificar a formulação que, dentre as demais, possui viabilidade técnica para produção em massa de porcelanato esmaltado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimentos

Coleta e preparação das matérias primas

Para esta etapa foi utilizados o ECS que foram obtidos em feiras populares, já que seu uso é descartado.

Secagem e quebra

Após sua coleta o material foi limpo e aquecido a 180°C por 1h em um forno doméstico para a retirada da sua umidade natural. Após isso o ECS foi quebrado seguindo as dimensões aproximadas de 5mm x 5mm para facilitar a moagem.

Moagem

A pré-moagem foi feita com um martelo e um pano cobrindo o material, evitando que saltassem. Para cada moagem foram pesados 200g de ECS. Utilizou-se o triturador universal horizontal a 1200 RPM durante 50 minutos.

Peneiragem

Foi utilizada uma peneira de 40, 100, 200 e 270 mesh e o ECS foi peneirado manualmente. Após essa operação, o material foi disposto em potes de vidro.

Estufa

Após esse processo os CDP's foram secados na estufa por 24h a 130°C e armazenados em um dessecador, para retirar qualquer umidade residual do ambiente.

Forno Mufla

Seguidamente, os CDP's foram colocados em uma placa de porcelanato e levadas ao forno mufla, para serem sinterizados nos seguintes parâmetros: o primeiro lote chegou a temperatura de 1190°C, através de rampa de aquecimento de 20°C/minuto e tempo de patamar de 20 minutos; já o segundo chegou a temperatura de 1200°C, através de rampa de aquecimento de 15°C/minuto e tempo de patamar de 10 minutos. Os corpos de prova esfriaram de maneira natural dentro dos fornos. Quando esfriaram, foram medidos e pesados.

Absorção

Após passarem pelo ciclo térmico, foram colocados no teste de absorção de água, que consiste em imergir os CDP's em água por 24 horas. Foram utilizados recipientes plásticos limpos e com tampa e água pura, feita por osmose reversa. Feito isso, os corpos de prova tiveram o excesso de água retirada com um pano úmido e pesado.

Máquina de tensão de flexão

Os CDP's foram novamente secos através da estufa e então levados a uma máquina de tensão de flexão de três pontos para a realização dos ensaios de flexão, onde as garras utilizadas para ensaios de tracionamento foram substituídas por três apoios, onde dois ficam na parte inferior para apoiar o CDP e outro na parte superior, o qual desce para que a força seja aplicada no CDP a ser ensaiado.

Estufa

Numa capela, uma pequena quantidade de ácido fluorídrico a 2% foi cuidadosamente despejada num vidro de relógio e os CDP's foram colocados com a face da ruptura recente voltada para baixo por 8 minutos, afim de que as estruturas formadas durante a sinterização sejam reveladas. Após esse tempo, os CDP's foram colocados em um pesafiltro com a face de análise voltada para o lado ou para cima, mas nunca para baixo. O pesafiltro foi colocado na estufa a 180°C por, no mínimo, 48h para que se tenha a certeza de que todo o ácido tenha evaporado.

MEV

Passado às 48h, o pesafiltro foi fechado, retirado da estufa e posto num dessecador até esfriar. Depois de frio, os CDP's foram colocados no metalizador com a face a ser analisada voltada para cima, lembrando das posições onde se encontram cada CDP. O metalizador cria uma camada de ouro em todas as faces dos CDP's. Essa etapa permite que o MEV possa mostrar as estruturas não-metálicas que se formaram e o EDS identifique a energia que cada elemento emite. Eles foram colocados dentro do MEV e analisados. Como esperado, apenas os CDP's com melhores resultados apresentaram mulita, estrutura que da resistência às cerâmicas. Outras estruturas, como a zeólita foi encontrada em um CDP, porém não altera em nada a respeito do objetivo desde trabalho.

O aparelho usado nesse ensaio foi VEJA 3, LMU, da marca Tescan, e pertence ao IFBA- Campus Salvador.

Enquanto o MEV era realizado, o EDS era feito, porém apenas nos melhores CDP's, ou seja, aquelas amostras selecionadas que tiveram os melhores resultados no teste de absorção e flexão, pois somente neles tinham estruturas a serem analisadas. Ele identificou, principalmente, a presença de Si K α e Al K α , que são elementos que formam a mulita, obtendo resultados satisfatórios.

FRX

A fluorescência de raios X, mais conhecida como FRX é uma técnica analítica e não destrutiva, que permite a determinação da composição química dos elementos em uma amostra utilizando as intensidades dos raios X característicos emitidos, onde cada elemento conhecido emite uma intensidade diferente de energia.

O equipamento utilizado neste ensaio foi do modelo S2 Ranger, da empresa Bruker, pertencente ao Laboratório de Caracterizações de Materiais, do Instituto Federal da Bahia – Campus Salvador.

TG/DSC

O ensaio de termogravimetria, ou TG, é uma técnica destrutiva que funciona a partir do aquecimento de uma amostra da substância a ser analisada a fim de avaliar sua perda de massa em função de determinadas faixas de temperatura.

O equipamento que realizou o TG foi o modelo TGA-51H da empresa Shimadzu, pertencente ao Laboratório de Caracterizações de Materiais, do Instituto Federal da Bahia – Campus Salvador. Já o equipamento que realizou o DSC foi o modelo DSC-60 da empresa Shimadzu.

DRX

A difração de raios X é uma técnica onde há a interação entre a radiação eletromagnética, no caso raios X, e a matéria ordenada do material ensaiado.

O equipamento utilizado neste trabalho foi o modelo XRD 7000, da empresa Shinatzu, pertencente ao Laboratório de Caracterizações de Materiais, do Instituto Federal da Bahia – Campus Salvador.

Para a realização desse ensaio, foram escolhidas amostras que foram submetidas ao ataque de ácido fluorídrico em solução, para que as estruturas formadas ficassem visíveis no ensaio. Passados 8 segundos de ataque, as amostras ficaram na estufa a 150°C por 48h para que o ácido secasse e não interferisse na leitura do MEV.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Teste de absorção de água

Tabela I - Percentual de absorção da formulação com redução de filito

CDP	MASSA(g)	ABSORÇÃO%
G1-1	11,4968	11,03514
G1-2	11,5143	11,69606
G1-3	10,5202	2,553055
G1-4	10,6389	2,700015
G1-5	10,5159	2,444228

Fonte: Elaborada pelos autores

Podemos observar que os melhores resultados foram das formulações: G1-3, G1-4 e G1-5. Estas obtiveram taxa de absorção menor do que 3%, o que é muito satisfatório, já que é uma cerâmica com baixa porosidade.

Teste de resistência à flexão

Tabela II - Força de ruptura e módulo de resistência (Mpa) do CDP's com redução de filito

Formulação	Força de ruptura	Módulo de Resistência à flexão
G1-1	0	-
G1-2	79,4	12,52634635
G1-3	141,6	27,44528042
G1-4	137,4	26,1899517
G1-5	134,6	25,64637711

Fonte: Elaborada pelos autores

Os maiores módulos de resistência à flexão são os das formulações: G1-3, G1-4 e G1-5. Estas obtiveram valores acima de 22Mpa, sendo classificadas como Semigrês segundo a ANFACER – Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmicas para revestimento.

FRX

Após todos os preparativos para obter-se o corpo de prova próprio para o ensaio nos equipamentos de FRX, o resultado da caracterização do pó do ECS puro foi:

Tabela III - Porcentagem das substâncias encontradas na amostra de ECS puro

Substância detectada	Porcentagem (%)
Al ₂ O ₃	3.75
BaO	0.505
CaO	5.98
Cl	4.07
Cr ₂ O ₃	0.975
Cs ₂ O	0.114
CuO	0.491
Fe ₂ O ₃	27.2
K ₂ O	14.0
La ₂ O ₃	0.871
MgO	5.58
MnO	0.485
Na ₂ O	12.1
NiO	0.372
P ₂ O ₅	4.51

SiO ₂	11.8
SnO ₂	0.125
SO ₃	4.14
TiO ₃	1.34
V ₂ O ₅	0.126
ZnO	0.3210
ZrO ₂	0.254

Fonte: Elaborada pelos autores

Além de outras substâncias, o ECS possui uma boa concentração de oxido de potássio (K₂O 14%), assim como os demais óxidos de propriedades alcalinas, tais como: CaO (5.98%); Na₂O (12.1%); e MgO (5.58%). Fazendo comparação entre as quantidades dessas substâncias com as contidas no filito - cedido pela empresa TECNOGRES, localizada no município de Camaçari - temos que:

Tabela IV - Porcentagem das substâncias do fundente filito

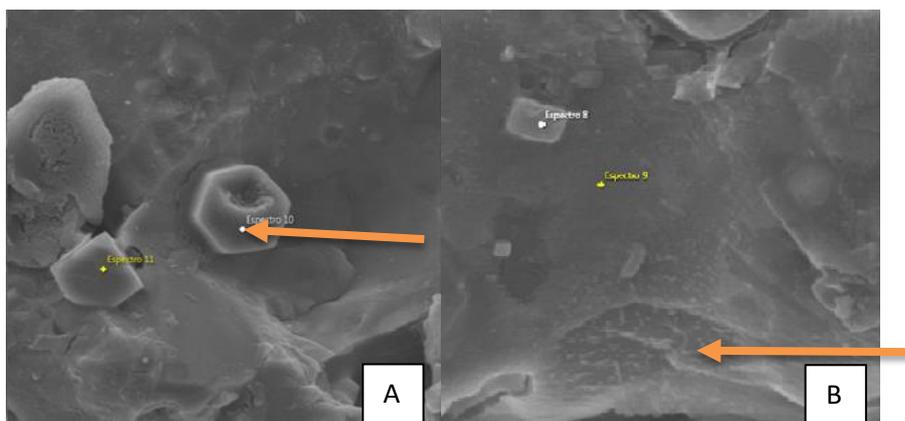
ELEMENTO QUÍMICO	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO
PORCENTAGEM (%)	13,40	0,15	4,56	1,18	0,02
ELEMENTO QUÍMICO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂	TiO ₂
PORCENTAGEM (%)	2,10	0,02	3,34	70,98	0,68

Fonte: PARANHOS, 2015

Como pode-se observar nas tabelas acima as qualidades dos óxidos citados são maiores do que o filito usado pela empresa, bem como os fundentes: Cálcio (5,83% maior); Potássio (10,66% maior) e Magnésio (4,4% maior). É importante notar a presença de metais pesados como lantânio La₂O₃ (0.871%), níquel NiO (0.372%), zircônio ZrO₂ (0.254%) e bário BaO (0.505%), que mesmo em pequenas quantidades, já é o bastante para contaminar a amostra.

MEV

Utilizando os resultados obtidos nos ensaios de flexão e absorção, foram escolhidas duas amostras com melhores resultados. Como era de se esperar somente a formulação G1-4 foi a que apresentou algum resultado favorável.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 1 – (A) MEV realizado na superfície de ruptura da amostra G1-4 (10% de coco, retirando-se filito). (B) MEV realizado em outro ponto da mesma amostra nas mesmas condições.

Nesse ponto é possível observar um cristal de quartzo e um cristal de zeólita indicado pela seta. No entanto, suas propriedades não influenciam no estudo desse trabalho. Na imagem (B), é visível o princípio de mulita formada, como indicado pela seta.

CONCLUSÃO

Em conclusão, conseguiu-se obter resultados satisfatórios para a produção de Semigrês, tanto pelas taxas de absorção quanto pelos módulos de resistência à flexão. A formulação que conseguiu se enquadrar nos padrões Semigrês foi a G1 com 5% de ECS retirando-se o filito, cujo CDP com melhor resultado teve o valor de absorção equivalente a 2,55% e MRF igual a 27,44 Mpa.

Vale ressaltar que se pode alcançar ainda a marca de porcelanato obtendo a absorção menor que 0,5% e resistência acima de 35Mpa, bastando apenas variar os parâmetros, como taxa de aquecimento, tempo de patamar e resfriamento, visto que não foi utilizado um forno industrial adequado como na empresa TECNOGRES.

REFERÊNCIAS

[1] PEREIRA, Henrique S.; CAVALCANTE, Katia V. **Anais do Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia**. Manaus. 2014. Volume 3. ISSN: 2178-3500

[2] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Setor: História da Cerâmica**. São Paulo: ANFACER, 2008. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/#!/historia-ceramica/c207w>>. Acessado em 15/03/2016 às 18:56.

[3] MARTINS, C. R.; JESUS JR., L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Embrapa, Aracaju - SE, 2013. 51 p. (Documentos 184). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>>. Acessado em: 25/03/2016 às 17:39.

[4] FERNANDES, Fabiana Lopes. **Carvão de endocarpo de coco da baía ativado quimicamente com ZnCl₂ e fisicamente com vapor d'água: produção, caracterização, modificações químicas e aplicação na adsorção de íon cloreto**. 2008. 92 p. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Programa de Pós-Graduação em Química do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Fabiana_Lopes.pdf>. Acessado em: 22/03/2016 às 18:35;

[5] FONTENELE, Raimundo Eduardo Silveira. **Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras**. 2005. XLIII CONGRESSO DA SOBER. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto – São Paulo. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/168.pdf>>. Acessado em: 25/03/2016 às 18:09.