



TECNOLOGIA DE MATERIAIS APLICADA AOS PRODUTOS DE CERAMISTAS DO CABO DE SANTO AGOSTINHO (PE)

MATERIALS TECHNOLOGY APPLIED TO THE PRODUCTS OF THE CERAMISTS FROM CABO DE SANTO AGOSTINHO (PE), BRAZIL

Tibério Macêdo Tabosa^{1*}

Ana Maria Andrade¹

Virgínia Cavalcanti¹

Germannya D’Garcia¹

*Autor para correspondência: germannyadgarcia@gmail.com

*Artigo selecionado do IX Workshop de e III Congresso
Internacional Design & Materiais - 2019*

Resumo: Este artigo relata o desenvolvimento e o teste de duas massas cerâmicas feitas de resíduos industriais cerâmicos para a produção de produtos artesanais no Centro de Artesanato Arq. Wilson Campos Júnior. O processo de transferência de tecnologia de materiais para os ceramistas do Cabo de Santo Agostinho é uma ação do Laboratório de Design O Imaginário, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com o objetivo de ampliar o mercado consumidor de cerâmica utilitária artesanal, bem como seu valor agregado. As massas desenvolvidas foram caracterizadas por análise química e microscopia eletrônica de varredura (MEV), além de ensaios cerâmicos normatizados: retração linear total, absorção de água, módulo de ruptura à flexão, perda ao fogo e cor após queima. De acordo com os resultados, observou-se que a inserção de diferentes percentuais do resíduo de cerâmica industrial na argila natural melhorou suas propriedades e atenderam aos requisitos técnicos e estéticos para a fabricação da cerâmica artística e de utilitários de mesa.

Palavras-chave: cerâmica vermelha; resíduo industrial; massa cerâmica.

Abstract: This paper reports the development and test of two ceramic masses made from ceramic industrial waste for the production of handicraft products at the Arq. Wilson Campos Júnior Handicraft Center. The process of transfer of materials technology to the ceramists of Cabo de Santo Agostinho is an action of The Imaginary Design Laboratory, of Federal University of Pernambuco (UFPE), in order to expand the consumer market of handmade utilitarian ceramics, as well as their added value. The developed masses were characterized by chemical analysis and scanning electronic microscopy (SEM), besides

by standardized ceramic tests: total linear shrinkage; water absorption; bending rupture module; fire loss; and color after firing. According to the results, it was observed that the insertion of different percentages of the industrial ceramic residue in natural clay improved its properties and met the technical and aesthetic requirements for the manufacture of artistic ceramics and tableware utilities.

Keywords: red ceramics; industrial waste; ceramic mass.

INTRODUÇÃO

O Imaginário é um laboratório de pesquisa e extensão multidisciplinar vinculado ao Departamento de Design e de Cultura da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (Figura 1) e desenvolvido por profissionais, professores e estudantes de diversas áreas do conhecimento que atuam com foco no *design* como instrumento a serviço da sustentabilidade ambiental, econômica e social. É o resultado da evolução de projetos de pesquisa e extensão que somaram esforços para a inserção do *design* tanto no âmbito industrial quanto artesanal. A missão do laboratório consiste em oferecer soluções de *design* baseadas em pesquisa e comprometidas com o usuário e o desenvolvimento sustentável de produtos, processos e serviços (ANDRADE; CAVALCANTI, 2006).

Figura 1 – Centro Cultural Benfica, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde está instalado o Laboratório O Imaginário



Fonte: arquivo Laboratório O Imaginário

As abordagens metodológicas utilizadas pelo O Imaginário tanto no ambiente artesanal quanto no industrial apontam a relação entre o *design* e a sustentabilidade. Essas abordagens usam essa relação, tal como argumentam Manzini e Vezzoli (2005), em macrodimensões: a dimensão econômica e produtiva e a dimensão social, ambiental e cultural. Na abordagem artesanal, a diretriz é firmar a atividade artesanal em Pernambuco enquanto meio de vida sustentável, por meio de intervenções que respeitem os valores sociais, econômicos, ambientais e culturais das comunidades produtoras de artesanato.

A metodologia transdisciplinar desenvolvida e aplicada pelo Imaginário tem-se demonstrado eficaz na geração de estratégias capazes de promover a inclusão social de comunidades em situações de vulnerabilidade e de otimizar a produção artesanal por intermédio de assistência tecnológica.

O direcionamento também prioriza ações estratégicas destinadas a valorizar a cultura das comunidades e ampliar a divulgação e comercialização do artesanato produzido, promovendo a geração de renda, a qualidade de vida dos artesãos e o desenvolvimento sustentável.

A metodologia tem como premissa a flexibilidade de adequação a grupos de diferentes perfis sociais, culturais e econômicos. É também uma tecnologia social, porque contribui para a transformação de comunidades artesãs, respeitando suas necessidades e gerando estratégias adequadas a cada realidade, o que assegura a replicabilidade dessa ferramenta

em diferentes contextos. A representação gráfica da metodologia relaciona os eixos gestão, produção, *design*, comunicação, mercado e foco sobre sustentabilidade, parcerias e qualidade de produto, considerando a comunidade produtora e seus componentes como a centralidade de todas as ações (Figura 2).

Figura 2 – Representação gráfica da metodologia do Laboratório O Imaginário



Fonte: arquivo Laboratório O Imaginário, 2007

Gestão: promove a articulação, a formação e o fortalecimento de grupos, incentivando a construção de acordos coletivos e a busca pela autonomia. A ação favorece o reconhecimento e a formação de lideranças, desperta a autoestima e conscientiza artesãs e artesãos para o valor de seu trabalho;

Produção: com base nos modos de produção e no respeito ao ritmo de vida das comunidades, almeja a otimização dos processos produtivos, a melhoria das condições de trabalho e o uso sustentável dos recursos naturais. A inserção de novas tecnologias e ferramentas garante a qualidade do fazer artesanal e agrega valor ao produto;

Design: cada peça é desenvolvida haja vista a valorização do saber popular, do reconhecimento das tradições, das habilidades e do uso dos materiais. Como resultado, *designer* e artesão criam linhas de produto em que formas, texturas e cores refletem os valores culturais e sociais das comunidades. A excelência do produto e a sua compatibilidade com as demandas do mercado possibilitam a sustentabilidade da atividade;

Comunicação: gera informações capazes de sensibilizar e mobilizar a opinião pública para o valor do artesanato e os direitos de seus criadores e desenvolve ações de comunicação com foco estratégico. Para cada comunidade parceira do projeto, é construída uma identidade visual que reafirma a história, a cultura e o sentimento de pertencimento a um grupo, imprimindo um selo de origem e qualidade ao que é produzido pela comunidade;

Mercado: direciona a produção das comunidades parceiras para segmentos específicos do mercado capazes de reconhecer o valor agregado ao produto, garantindo remuneração justa e a continuidade do fazer artesanal. A valorização das referências culturais fortalece a relação dessas comunidades com o mercado, colocando a atividade como um caminho para o desenvolvimento e para a transformação social.

A atuação parte do entendimento de que os grupos produtivos são sujeitos de suas práticas: *coletiva*, por meio do incentivo à construção de acordos coletivos e do reconhecimento de lideranças; *individualizada*, mediante o reconhecimento de habilidades e competências dos envolvidos; *crítica*, na medida em que leva artesãs e artesãos a fazer uma leitura de seu

próprio fazer artístico; e *contextualizante*, já que a intervenção está calcada nas necessidades, nos desejos e no respeito aos valores de cada localidade.

Este artigo apresenta uma ação no eixo produção e trata do desenvolvimento de duas massas cerâmicas testadas, aprovadas e em uso pelos ceramistas do Cabo de Santo Agostinho, pela inserção de percentuais específicos do resíduo cerâmico industrial de louças sanitárias na argila natural, bem como matérias-primas virgens de ajustes para fabricação das peças destinadas ao mercado gastronômico da cidade do Recife (PE). Esses resultados complementam os resultados anteriores já publicados e consolidam a parceria do Laboratório O Imaginário com os ceramistas do Cabo de Santo Agostinho (PE) (SILVA, 2008; 2011; SILVA *et al.*, 2012; 2017).

A relação do Laboratório O Imaginário com os Ceramistas do Cabo de Santo Agostinho

O município do Cabo de Santo Agostinho congrega atrativos turísticos e potencialidades econômicas que repercutem no desenvolvimento de todo o estado, a exemplo do Complexo Industrial Portuário de Suape². Mesmo com todo esse potencial, o município apresenta índices sociais precários, que apontam a necessidade de geração de emprego e renda.

A produção de cerâmica no Cabo de Santo Agostinho é uma das atividades que remonta aos tempos da colonização. Durante séculos, as olarias de propriedade dos engenhos produziram apenas tijolos e telhas para atender, exclusivamente, às necessidades da principal atividade econômica da zona da mata sul de Pernambuco. Com o passar do tempo, elas começaram a confeccionaroringas, jarras, panelas, potes, alguidares e pratos de curau.

Nos anos 1970, com a introdução de novas tintas e vernizes na cerâmica utilitária do Cabo de Santo Agostinho, a produção da cerâmica utilitária artesanal teve crescimento significativo. O aumento pela demanda da produção impulsionou o surgimento de novas olarias. Entretanto, no início da década de 1990, essa demanda começou a decrescer. A qualidade das peças já não condizia com os padrões estabelecidos pelo mercado, e a escassez de novos produtos dificultava a manutenção e ampliação das vendas. Fonte geradora de emprego e renda para centenas de famílias, muitas olarias fecharam as portas. Atualmente existem no município 25 unidades produtivas de pequeno e médio porte vinculadas a Associação dos Ceramistas e Artesãos do Cabo de Santo Agostinho.

Em 2003, o Laboratório O Imaginário entrou em contato com essa realidade trabalhando no Espaço Mauriti e, com base em diagnósticos, iniciou ações, juntamente com os artesãos e outros parceiros, para definir uma estratégia de abordagem que fortalecesse a produção artesanal da cerâmica utilitária no Cabo de Santo Agostinho (Figura 3).

Figura 3 – No Espaço Mauriti, um complexo de olarias familiares, (A e B) artesãos em produção e (C) o forno à lenha



Fonte: arquivo O Imaginário, 2003

2 O Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros, mais conhecido como Porto de Suape.

Um diagnóstico amplo foi elaborado com base nas observações dos técnicos e artesãos com o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Itep), que realizou ensaios e testes com amostras de produtos produzidos pela comunidade e avaliou as características físico-químicas da matéria-prima.

Atendendo à comunidade, que ansiava usar novos tipos de acabamento de superfície, e ao mesmo tempo à demanda do mercado por peças utilitárias vitrificadas, foi feito o projeto de um forno com queima a gás natural. A implementação desse forno exigiu o planejamento de um espaço físico com acesso à passagem da rede local de gás natural. Com a evolução das ações e o aprofundamento da parceria com a prefeitura em 2008, o Centro de Artesanato Wilson de Queiroz Campos Júnior foi construído e inaugurado (Figura 4), agregando como funcionalidade o seu uso também como centro de capacitação (CAVALCANTI; ANDRADE; SILVA, 2011).

Figura 4 – Centro de Artesanato Arq. Wilson Campos Júnior



Fonte: Laboratório O Imaginário, 2014

O centro de artesanato, localizado às margens da rodovia PE-60, rota turística para o litoral sul do estado, compreende um conjunto de três edificações, numa área de 900 m². O espaço de produção foi projetado para contemplar as etapas de modelagem, secagem, queima, esmaltação e estoque de produto acabado.

Com a colaboração de outros parceiros, como o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, o Banco do Nordeste do Brasil, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Pernambuco (Sebrae/PE), a Companhia Pernambucana de Gás (Copergás) e a prefeitura local, foi possível realizar, entre outras, as seguintes ações: aquisição de equipamentos para beneficiamento de materiais e produção de artefatos cerâmicos, tais como extrusora, laminador, moinho de bola, termopares, compressor, aspirador, retífica, entre outros; experimentos de esmaltes naturais e moldes de gesso (para o processo de colagem de barbotina); oficina de aplicação de esmaltes cerâmicos com foco na capacitação de jovens do entorno; desenvolvimento e produção de tornos cerâmicos; instalações físicas para abrigar um forno a gás com capacidade de queima de 1.200°C (Figura 5); desenvolvimento da identidade visual do grupo e material gráfico promocional; e participação em feiras e eventos, como a Feira Nacional de Negócios do Artesanato (Fenearte), a Feira Brasileira de Artesanato (Febrarte), a CASACOR, a Casa Pronta, o Mercado Capitão e o Prêmio Sebrae Top 100 de Artesanato.

Figura 5 – Forno a gás instalado, testes da primeira queima e tornos instalados

A

B

Fonte: Laboratório O Imaginário, 2014

O resultado dessas ações pode ser conferido nas premiações em: Salão Pernambuco Design 2008 e Prêmio Sebrae Top 100 de Artesanato em 2009, 2012 e 2015. No entanto, e apesar de todo o esforço realizado, a captação de matéria-prima ainda é um assunto que preocupa os ceramistas do Cabo, por não possuírem jazida própria e ficarem à mercê dos fornecedores de massa. Essa massa também não é uniforme, e não existia estudo técnico de caracterização e manipulação dessa massa que auxiliasse na melhoria de sua qualidade para aplicação em artefatos utilitários de maior valor agregado.

Sem uma massa de qualidade, o processo de esmaltação natural com base em vidrados e óxidos colorantes ficava comprometido. Os experimentos iniciais de esmaltação e a tipologia das peças esmaltadas pela comunidade artesã demonstravam o potencial de aplicação para artefatos decorativos e utilitários, mas não poderiam avançar para uma fase de produção e comercialização sem um estudo técnico da massa cerâmica.

De acordo com Gouveia (2008) e Silva (2008), a caracterização da massa cerâmica e sua mistura com os refugos de processos industriais (composto cerâmico) de indústrias cerâmicas locais poderia melhorar a qualidade desse composto e sua aplicabilidade ao desenvolvimento e à produção de artefatos utilitários.

Nesse sentido e na perspectiva da sustentabilidade econômica e social, uma pesquisa de materiais foi realizada para composição de massas cerâmicas capazes de atender aos parâmetros de produção da cerâmica artística e de utilitários de mesa, conforme estabelecido na Tabela 1, pela adição de resíduos industriais na argila *in natura* oriunda da jazida de Suape.

Tabela 1 – Propriedades físicas exigidas para massas de cerâmica artística, louça de mesa e louça sanitária

Propriedades físicas	Cerâmica artística	Louça de mesa	Louça sanitária
Temperatura de queima (°C)	1.050	1.180	1.250
Absorção (%)	15–19	4–6	0
Módulo de ruptura após a queima (kgf/cm ²)	200–300	300–500	Maior que 500
Densidade da barbotina (g/cm ³)	1,71–1,73	1,72–1,75	1,77–1,80

Fonte: adaptado de Morelli e Baldo (2003)

A pesquisa de materiais foi realizada pelos técnicos do Laboratório O Imaginário em parceria com os pesquisadores do Laboratório de Cerâmicas Especiais da UFPE, direcionada à utilização do resíduo sólido da fabricação de louças sanitárias da Roca®. Tal resíduo é uma massa oriunda da drenagem do processo de produção que contém componentes da massa original, como argilas, feldspatos, entre outros, mas também elementos contaminantes, a exemplo do sulfato de cálcio, provenientes dos moldes de gesso, o que prejudica a tixotropia do material.

O objetivo foi testar em ambiente laboratorial vários percentuais de adição de matérias-primas virgens complementares, a exemplo do feldspato, do quartzo e do caulim, a fim de melhorar as propriedades tecnológicas do material cerâmico utilizado pelos ceramistas do Cabo. Durante a realização dos testes, treinamentos com os artesãos foram promovidos para adequação de vocabulário técnico e promoção da transferência tecnológica.

A seguir, relatam-se o desenvolvimento e o teste de duas massas cerâmicas feitas de resíduos industriais cerâmicos para a produção de produtos artesanais direcionados a utilitários de mesa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Composição de massa cerâmica

Foram elaboradas, inicialmente, três composições de massa, uma para uso no torno (ET1), sinterizada a 850°C; e as demais para colagem de barbotina (EB1 e EB2), a 1.100°C, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Composições das massas cerâmicas

Matérias-primas	ET1	EB1	EB2
Argila Suape (S1)	50%	15%	15%
Resíduo Roca (R2)	30%	15%	30%
Feldspato	10%	50%	30%
Quartzo	10%	10%	9%
Caulim	-	10%	8%
Calcita	-	-	8%
Total	100%	100%	100%

ET1: experiência torno; EB1: experiência barbotina 1; EB2: experiência barbotina 2.

Fonte: arquivo O Imaginário, 2015

Análise química

Esse ensaio teve como finalidade identificar as composições químicas teóricas das argilas analisadas. Trituraram-se as amostras na forma de pó, e uma alíquota de cada amostra foi colocada em estufa para secar a 110°C e então levada a uma mufla a 1.000°C por 2 horas.

Para cada amostra, fez-se uma pérola fundida, usando tetraborato de lítio como fundente na proporção de 1:5. As amostras foram analisadas em espectrômetro de fluorescência de raios Rigaku modelo RIX 3000, equipado com tubo de RH, pelo método de curvas de calibração, e preparadas com materiais de referência internacionais.

Ensaio cerâmicos

Retração linear

Esse ensaio teve a finalidade de avaliar a redução de volume do corpo de prova após a secagem e queima, além de explicar indiretamente o ensaio dimensional mencionado na Norma Brasileira (NBR) 15099 (ABNT, 2004). Existem dois tipos de retração: uma que ocorre antes da queima a 110°C; e outra que se dá após a sinterização.

Para a realização do ensaio com a massa de barbotina, mede-se o comprimento inicial no molde (CI), e, em seguida, conforma-se o corpo de prova inserindo a massa na cavidade do molde. Depois do tempo adequado de fundição, ocorre o destacamento do material no molde. Na massa de torno, corta-se o tarugo compactado nas dimensões desejadas para o ensaio, neste estudo 10 cm. Os corpos de prova confeccionados são colocados na estufa para secagem na temperatura de 110°C durante 24 horas. Após esse tempo e o resfriamento na temperatura ambiente, com o auxílio de um paquímetro, medem-se novamente os corpos de prova para obter o comprimento a seco (CS).

Em seguida, os corpos de prova são levados ao forno para queima em temperatura de cerca de 850°C, para a massa de torno, e a 1.100°C, para a massa de colagem de barbotina, por 8 horas. Depois da sinterização, o corpo de prova é medido novamente, e tem-se então o comprimento queimado (CQ) do material. De posse desses valores, obtidos na experiência, podemos inseri-los nas equações 1, 2 e 3, para determinação da retração de secagem, de queima e total, respectivamente:

$$\text{Retração de secagem (\%)} = \frac{(CI - CS) \times 100}{CI} \quad (1)$$

$$\text{Retração de queima (\%)} = \frac{(CS - CQ) \times 100}{CI} \quad (2)$$

$$\text{Retração total (\%)} = \frac{(CI - CQ) \times 100}{CI} \quad (3)$$

Em que: CI = Comprimento inicial;

CS = Comprimento após a secagem (110°C);

CQ = Comprimento após a queima (850 e 1.100°C).

Módulo de ruptura à flexão

Os moldes dos corpos de prova para ensaio de módulo de ruptura à flexão foram cedidos pela fábrica de louça sanitária Roca®, e os corpos de prova para a massa de torno foram realizados numa extrusora a vácuo Verdés® modelo 057.

Ensaíram-se todos os corpos de prova numa máquina Equipamentos e Sistemas de Ensaio (EMiC) com célula de carga TRD 24 de 50 N/cm³, utilizando o programa Tesc versão 3.04, conforme a norma NBR 15310 – telha cerâmica (ABNT, 2009), seguindo os parâmetros determinados para cada condição, isto é, se o corpo de prova apresenta seção reta retangular ou circular, de acordo com a norma ASTM C1161 para ensaios de resistência à flexão de materiais cerâmicos avançados em temperatura ambiente (ASTM, 2018).

Os valores encontrados foram lançados na equação 4 para materiais de seção retangular, no caso da massa de torno, e na equação 5, para as massas de barbotina cujos corpos de prova apresentavam seção reta circular, e assim foram calculados os módulos de ruptura à flexão após sinterização a 1.100°C.

$$MRF = \frac{3F_f \times L}{2bd^2} \quad (4)$$

$$MRF = \frac{F_f \times L}{3,1416R^3} \quad (5)$$

Em que:

MRF = módulo de ruptura à flexão;

F_f = Carga necessária para ruptura, em N;

L = Distância entre pontos de suporte, em cm;

b = Largura do corpo de prova, em cm;

d = Espessura do corpo de prova, em cm.

R = raio do corpo de prova.

Após a ruptura de cada corpo de prova, foram medidas as dimensões das seções transversais das amostras individualmente, no local da ruptura, e observadas as cargas necessárias para o rompimento.

Absorção de água

Esse ensaio avalia a queima da peça cerâmica, por meio de sua porosidade, com base na quantidade de água absorvida pela peça cerâmica após a sinterização. O corpo de prova utilizado no ensaio foi o mesmo usado no ensaio de retração.

Esse ensaio também pode ser feito com regiões distintas do produto acabado, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15097 (ABNT, 2011). O corpo de prova é pesado para determinação da massa seca (MS). Logo em seguida, o material é imerso em um recipiente com água, cuja temperatura é elevada até seu ponto de ebulição, permanecendo ali por 2 horas. Após 2 horas de fervura, deixa-se esfriar o material no próprio recipiente com água por 24 horas.

Novamente, voltam-se a pesar os corpos de prova para determinar a massa úmida (MU). O valor encontrado para a louça de mesa deve estar compreendido entre 4–6%, pois a peça apresentará alto índice de porosidade e, com o passar do tempo, o acúmulo de umidade nos poros causará a sua expansão.

Cor após queima

Esse ensaio consiste em avaliar a tonalidade do corpo cerâmico após a etapa de sinterização a 850°C, para massa de torno, e 1.100°C, para colagem por barbotina. Quando o corpo de prova é retirado da estufa, em que permaneceu pelo período de 24 horas, na temperatura de 110°C, é submetido à queima e posteriormente avaliado com relação à cor.

Microscopia eletrônica de varredura

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é uma ferramenta muito útil no estudo e na caracterização de materiais, pois a microestrutura está relacionada com as características e as propriedades dos materiais.

Para a análise microestrutural e morfológica das amostras deste estudo, após a sinterização, foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura JEOL (Japão), modelo JSM-5900. As amostras foram presas ao porta-amostra utilizando-se fita de carbono dupla face. Posteriormente, uma fina camada superficial de ouro foi depositada por *sputtering*, por meio de uma metalizadora Bal-Tec SDS 050 (Japão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química

Com base na quantidade de óxidos presentes (álcalis, sílica, entre outros) nas amostras analisadas (Tabela 3), pode-se afirmar que tanto a argila de Suape quanto o resíduo industrial fornecido pela Roca® são complementares e potencialmente capazes de servir como matéria-prima para um novo composto cerâmico. Sendo as matérias-primas complementares, a inserção do R2 na massa S1 favorecerá a complementação dos álcalis Na_2O e K_2O , entre outros óxidos, responsáveis pela fusibilidade do material, promovendo melhores propriedades tecnológicas ao produto.

Outra consideração importante é que a massa S1 apresenta maior percentual de Fe_2O_3 , que contribui para a coloração avermelhada da peça após a sinterização. Essa cor avermelhada é característica da cerâmica do Cabo e deve ser considerada na elaboração das formulações de massa. Todavia, para o processo de colagem de barbotina, a cor do produto precisa apresentar um tom mais claro, em função da camada de esmalte cerâmico a ser aplicada. Essa condição favorece o uso de um percentual maior do R2 na formulação, tendo em vista sua cor pós-queima ser acinzentada.

Tabela 3 – Composições químicas teóricas da argila de Suape (S1) e resíduo Roca® (R2)

Determinações	Amostras massa (%)	
	S1	R2
SiO_2	56,80	52,65
Al_2O_3	20,31	21,75
TiO_2	1,75	0,40
Fe_2O_3	7,01	1,92
MgO	0,78	0,63
CaO	1,18	3,76
Na_2O	0,36	0,71
K_2O	2,63	3,13
P_2O_5	0,25	0,30
MnO	0,05	Traços
ZrO_2	0,34	1,63
BaO	-	-
P.F.	8,09	11,96

Fonte: arquivo O Imaginário, 2015

Ensaio cerâmicos

As massas cerâmicas apresentaram densidade entre 1,65 e 1,75 g/cm^3 . Esses valores favorecem o processo de colagem de barbotina, pois diminuem o encharcamento do molde de gesso e promovem aumento da velocidade no fluxo de produção das peças. No que tange ao ensaio de retração linear, um dos dados mais importantes para o processo de *design*, a massa ET1 exibiu maior percentual de retração na secagem (6%) em relação ao pós-queima (2%). No entanto, a retração total de 8% confere à massa de torno baixo percentual de retração, indicando que a adição do quartzo e do feldspato foi eficaz na formação de fases vítreas durante a sinterização.

Já no que se refere às massas para colagem de barbotina, a amostra EB2 apresentou retração total (14,29%), considerada satisfatória, porém a retração no pós-queima (8,5%) foi maior que na secagem (5,71%). Quanto à resistência mecânica, no ensaio de módulo de ruptura à flexão, a massa ET1 teve melhores resultados (89,24 Kgf/cm²) quando comparada a resistência mecânica da argila S1 pura (24,94 Kgf/cm²). Esse resultado comprova que a mistura do percentual de 15% do resíduo da Roca® foi satisfatória para melhoria em laboratório das propriedades tecnológicas da massa.

As massas EB1 e EB2 apresentaram valores de resistência mecânica próximos à especificação para utilitários de mesa: respectivamente, 276,86 e 280,20 Kgf/cm². Esses parâmetros indicam a necessidade de ajustes em alguns aspectos do processo. Inicialmente, podem-se fazer ajustes com materiais fundentes para favorecer a formação das fases vítreas, ou mesmo diminuir o percentual de calcita. É possível ajustar também os parâmetros de queima entre 1.150 e 1.180°C. Como os corpos de prova foram sinterizados à temperatura de 1.100°C, acredita-se que isso também possa ter contribuído para resistência mecânica menor.

O resultado da coloração pós-sinterização das massas EB1 e EB2 apresentaram a cor bege. Portanto, elas equivaleram-se à produção de utilitários de mesa, por conta da aplicação de vários tons de esmalte cerâmico. Já a massa de torno ET1 apresentou coloração alaranjada moderada, adequada à produção dos ceramistas do Cabo, cor referência da tradição da cerâmica do município. Os resultados dos ensaios cerâmicos foram compilados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios cerâmicos

Tipo de ensaio	ET1 800°C	EB1 1.100°C	EB2 1.100°C
Densidade (g/cm ³)	1,65	1,75	1,75
Retração secagem (%)	6	5,71	4,29
Retração queima (%)	2	8,50	2,68
Retração total (%)	8	14,29	6,96
Absorção (%)	19,34	15,08	18,73
Módulo de ruptura à flexão (kgf/cm ²)	89,24	276,86	280,20
Cor de queima*	Alaranjado moderado	Bege	Bege

ET1: experiência torno; EB1: experiência barbotina 1; EB2: experiência barbotina 2; *cor definida por comparação com a Rock Color Chart, Nova York, 1984.

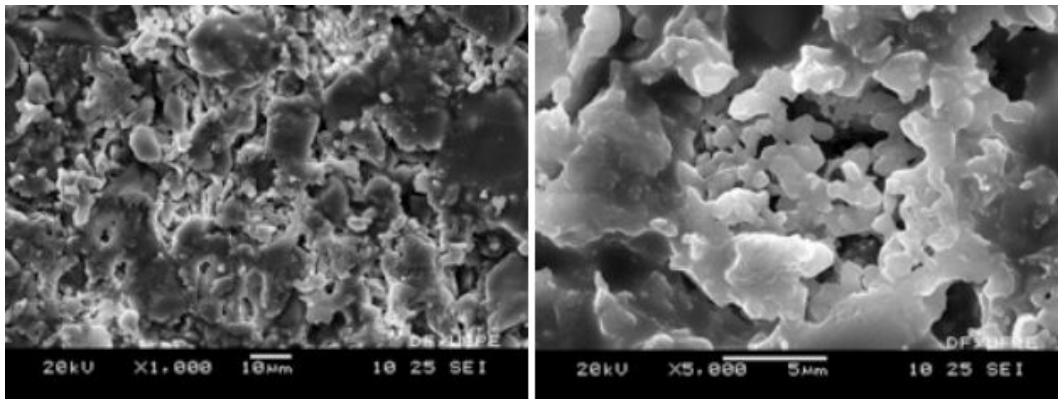
Fonte: arquivo O Imaginário, 2015

Com relação ao ensaio de absorção, os valores das três massas desenvolvidas ficaram bastante próximos – ET1: 19,34%; EB1: 15,08%; e EB2: 18,73%. Esses resultados sugerem que as massas apresentam alta porosidade, necessitando de ajustes em sua composição. A calcita contida na massa EB2, embora diminua a retração pós-queima, faz com que o corpo de prova fique com porosidade maior.

Microscopia eletrônica de varredura

Com base nos resultados de retração total e do módulo de ruptura, foram selecionadas as amostras ET1 e EB2 para análise da micrografia da fratura. Por meio das micrografias, pode-se verificar que a amostra ET1 apresenta maior presença de poros e, conseqüentemente, menor densificação do corpo cerâmico. Isso se deve ao processamento cerâmico desse tipo de massa por extrusão e ao processo de sinterização a 850°C (Figura 6).

Figura 6 – Micrografia da amostra experiência torno (ET1), sinterizada a 850°C



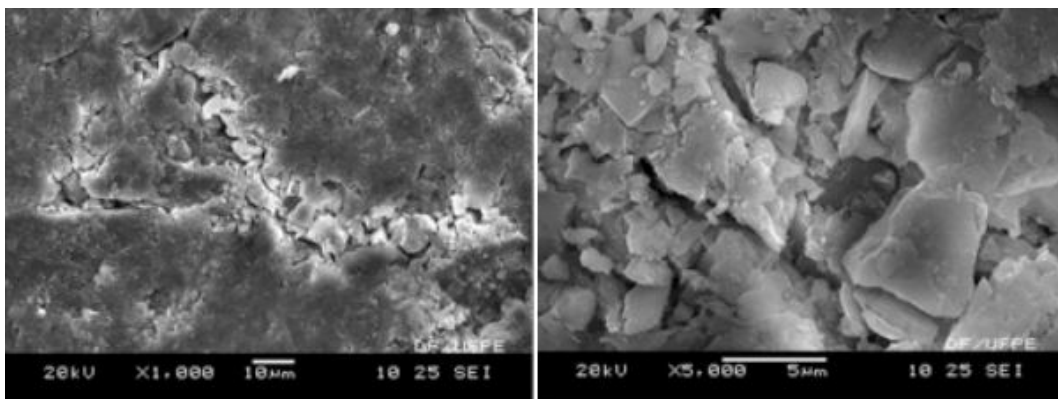
A

B

Fonte: arquivo O Imaginário, 2015

Em contrapartida, a amostra EB2 apresentou melhor densificação do corpo cerâmico, por causa da maior temperatura de sinterização, de 1.100°C, e do processo de colagem de barbotina (Figura 7).

Figura 7 – Micrografia da amostra experiência barbotina 2 (EB2), sinterizada a 1.100°C



A

B

Fonte: arquivo O Imaginário, 2015

Uso das novas massas em produtos cerâmicos

Após a conclusão dos testes em laboratório, alguns experimentos com produtos foram feitos com as novas massas desenvolvidas. Houve treinamentos com os artesãos para compartilhamento dos achados científicos traduzidos e adequados ao modo de fazer do ceramista do Cabo. Um case de sucesso do uso da massa ET1 ocorreu com a encomenda de 400 unidades de um artefato-brinde Panelinhas, desenvolvido especialmente para a Associação de Restaurantes Cinco Sentidos, no Recife, em 2015.

O *design* do produto cerâmico é assinado pelo Laboratório de Design O Imaginário, e a produção foi realizada pelos ceramistas do Centro de Artesanato Arq. Wilson Campos Júnior. A qualidade técnica das Panelinhas no conjunto da experiência gastronômica gerou um resultado impactante na operação mercadológica, com a ampliação em 35% da quantidade planejada das Panelinhas, ademais de uma excelente cobertura de mídia espontânea nas redes sociais e nos programas televisivos sobre gastronomia dos meios locais (Figura 8).

Figura 8 – Produtos cerâmicos produzidos com massa experiência torno (ET1) modelados no torno



A

B

Fonte: arquivo O Imaginário, 2016

Também foram efetivados testes de peças cerâmicas com geometria complexa por conformação em colagem por barbotina utilizando a massa EB2. Os testes tinham os objetivos de observar o comportamento de queima dos produtos e avaliar o seu desempenho na aplicação do esmalte cerâmico. Consideraram-se os resultados dos testes satisfatórios, e, posteriormente, as massas foram adotadas pelos ceramistas para fabricação das peças destinadas ao mercado gastronômico (Figura 9).

Figura 9 – Peças do centro de artesanato no restaurante Nez Bistrô



A

B

C

Fonte: acervo Laboratório O Imaginário, 2018

CONCLUSÃO

A argila Suape pura é adequada para a fabricação de tijolos manuais, prensados, furados, bem como telhas e artefatos de decoração. Entretanto, em função da sua baixa resistência mecânica ($24,94 \text{ Kgf/cm}^2$) e tendo como foco a produção de utilitários de mesa artesanais, foram necessários ajustes na composição da massa com materiais complementares. A adição de 15% do resíduo (R2) na massa S1, além de algumas matérias-primas virgens para ajustes na composição, apresentou ganho superior a 200% na resistência mecânica do material ($89,24 \text{ Kgf/cm}^2$) e melhorou os índices de retração e absorção de água do novo composto.

Já a adição de 30% do resíduo R2 na massa S1, além de algumas matérias-primas virgens para ajustes na composição, obteve aumento na resistência mecânica do material próximo à resistência exigida para utilitários de mesa ($280,20 \text{ Kgf/cm}^2$). Tal resultado pode ser considerado satisfatório, uma vez que os produtos destinados a essa massa devem passar por um processo de vitrificação da superfície e pelo recozimento à temperatura de 1.170°C . Desse modo, garante-se a impermeabilização da superfície do produto.

Os investimentos realizados em equipamentos, treinamento de pessoal, pesquisa de tecnologia de materiais e melhoria dos processos de fabricação cerâmica asseguram as condições necessárias para o atendimento das demandas de pedidos, que crescem a cada ano. Os principais canais de comercialização do centro são a Fenearte, o Centro de Artesanato de Pernambuco³ e as redes sociais (/ceramicadocabo, no Facebook e Instagram).

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório Núcleo de Estudos Geoquímicos e ao Laboratório de Frequência de Raio X, ambos do Departamento de Geologia da UFPE, as análises químicas. Ao Laboratório de Caracterização de Argilas do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) de Água Fria (PE) e ao Laboratório de Cerâmicas Especiais do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPE, a produção dos corpos de prova. Ao Departamento de Física da UFPE, a realização das análises de MEV. Este trabalho é parte do projeto *Cerâmica Artesanal do Cabo de Santo Agostinho: Centro de Artesanato Arquiteto Wilson de Queiroz Campos Júnior*, patrocinado pelo Programa Petrobras Desenvolvimento e Cidadania.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM C1161-18. Standard test method for flexural strength of advanced ceramics at ambient temperature. ASTM, 2018.

ANDRADE, A. M.; CAVALCANTI, V. P. (coords.). **Imaginário pernambucano: design**, cultura, inclusão social e desenvolvimento sustentável. Recife: Zoludesign, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15097**: Aparelhos sanitários de material cerâmico - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15099**: Aparelhos sanitários de material cerâmico: dimensões padronizadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 15310**: componentes cerâmicos: telhas – terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

CAVALCANTI, V. P.; ANDRADE, A. M. Q., SILVA, G. D. A. Modos de fazer: uma experiência em processo de criação compartilhado e modelo de atuação transdisciplinar na relação entre *design* e artesanato. **Vírus**, v. 6, p. 1-19, 2011.

GOUVEIA, F. P. G. **Efeito da incorporação de chamote (resíduo cerâmico queimado) em massas cerâmicas para a fabricação de blocos cerâmicos para o Distrito Federal: um estudo experimental**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2005.

MORELLI, A. C.; BALDO, J. B. Barbotinas cerâmicas contendo rejeito de vidro soda cal para maturação em baixa temperatura. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 8, n. 3, maio/jun. 2003.

3 O Centro de Artesanato de Pernambuco é uma ação do governo do estado de Pernambuco, por meio da Diretoria de Artesanato da Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (AD Dipler), ligada à Secretaria de Desenvolvimento. É uma loja que vende artesanato das mais diversas matérias-primas, como cerâmica, madeira, vidro, metal, renda, têxtil e outros.

SILVA, A. C. R. Desenvolvimento tecnológico da cerâmica artesanal do Cabo de Santo Agostinho: um diálogo entre tradição e inovação. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA*, 2011. **Anais** [...]. Porto de Galinhas, 2011.

_____ *et al.* Cerâmica vermelha artesanal e gastronomia: um artefato como estratégia de posicionamento de marca e experiência do usuário. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA*, 61., 2017. **Anais** [...]. Gramado, 2017.

SILVA, G. D. A. *et al.* Design and technology in the development of potter's lathes for modeling with terracota: the case of Cabo de Santo Agostinho. **Work**, Reading, v. 41, p. 1246-1251, 2012.

_____ *et al.* Refúgio industrial como insumo para a cerâmica artesanal: uma alternativa sustentável para o artesanato do Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco / Brasil. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN*, 2008. **Anais** [...]. São Paulo, 2008.

SILVA, J. C. da. **Aproveitamento do lodo da estação de tratamento de efluentes de indústria cerâmica na composição de massa cerâmica para a produção de louças sanitárias**. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.