

# Caracterização de um compósito cerâmico: diálogo entre saber tradicional e científico

Samuel Miranda<sup>(1)</sup> y Denilson Santos<sup>(2)</sup>

---

**Resumo:** Este texto apresenta resultados de pesquisa, por meio do estudo em design e materiais que objetivou avaliar um compósito cerâmico, através da incorporação da cinza do taquipé (*Triplaris sp.*) em argila vermelha, para comprovar os fatores positivos relativos ao uso do recurso natural ao compósito. Esse material é desenvolvido pelo saber-fazer de um grupo de artesãs, chamadas Anas das Louças. O processo, realizado de forma empírica, possibilita a aproximação do conhecimento científico e tradicional. A metodologia proposta, seguiu fases de caracterização dos materiais, por meio das propriedades tecnológicas. Esse processo oportunizou análises e avaliações sobre o uso desses recursos, através da avaliação de diferentes percentuais da cinza incorporada à argila. Antecipa-se que a pesquisa comprova efeitos benéficos que a cinza de taquipé adere a cerâmica, conferindo propriedades refratárias as peças, excelente característica para cocção em louças cerâmicas, além de eleger os percentuais 20% e 30% como suficientes para esse resultado.

**Palavras-chave:** design - materiais - cerâmica tradicional - compósito - cinza de taquipé

[Resumos em espanhol e inglês nas páginas 202-203]

---

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Desenho e Tecnologia.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Desenho e Tecnologia.

## Introdução

Esta comunicação, aborda os resultados originais de pesquisa que analisou o desenvolvimento e utilização de um compósito cerâmico, produzido tradicionalmente por um grupo de artesãs e utilizado na produção de louças cerâmicas. Os materiais empregados na elaboração desse compósito correspondem a cinza de taquipé (*Triplaris sp.*) incorporada à argila vermelha, avaliados por meio dos estudos em design e materiais e caracterização dos materiais com vistas a comprovação de fatores positivos, referentes ao uso desse compósito na produção de louças. Outro ponto de investigação apresenta-se na possibilidade do uso sustentável do recurso natural utilizado como matéria prima, auxiliando na expansão de sua aplicação na cadeia produtiva das louças.

A relação entre materiais, design e práticas artesanais é cada vez mais frequente em pesquisas atuais (Guimarães et.al., 2016; Silva et.al., 2006; Guimarães, Araújo, e Santos, 2015). Os estudos que inter-relacionam esses três campos de conhecimento, são estimulados, através das necessidades e configurações fabris de melhor elaborar seus produtos, a investir em inovações (Dos Santos, 2017). No caso do trabalho inserido em contexto artesanal, as inovações sociais podem desempenhar um significativo papel, caracterizado na mediação entre as descobertas do campo científico para o campo tácito e empírico (Lins, 2019). Deste modo, o artesanato desperta interesse de pesquisadores diversos que se dedicam a abordar questões socioeconômicas, ambientais e, como neste caso, sobre os materiais, fomentando conhecimento a respeito do uso dos recursos naturais, através da inclusão social e do uso consciente desses recursos. Essa abordagem expõe o potencial do design dentro da relação sociedade, cultura e ambiente e a responsabilidade em promover consciências de consumo e produção sustentáveis (Da Silva e Da Silva, 2017).

A perspectiva do estudo, voltou-se para a produção artesanal em cerâmica no estado do Maranhão, região do nordeste brasileiro, especialmente no litoral ocidental maranhense, evidenciando análises que foram desenvolvidas sobre o uso de um recurso vegetal, empregado em incorporação à argila vermelha, denominado cinza de taquipé. Esta cinza caracteriza-se pela combustão das cascas da árvore homônima, e conquistada após processo de trituração ou moagem (Guimarães et.al., 2016).

A prática da inserção da cinza do taquipé em argila vermelha é tradicional no grupo denominado de “Anas das louças” originário do povoado Porto dos Nascimentos, localidade próxima ao município de Mirinzal que por sua vez fica a 198 km de São Luís – MA, capital do estado. São chamadas de Anas, pois o grupo é formado por cinco mulheres da mesma família e todas são registradas com nomes compostos, sendo Ana o primeiro nome.

As mulheres artesãs são conhecidas tradicionalmente por Anas das Louças - *Earthenware Anas*- caracterizado por seus fazeres tradicionais. No entanto, neste artigo opta-se por apresentar o nome em Português, pela importância da atividade tradicional que essas mulheres representam no fazer tradicional em cerâmica no Brasil, especificamente no estado federativo do Maranhão.

O processo produtivo das peças cerâmicas das Anas, de modo geral, permeia procedimentos complexos e sua análise exige atenção a cada etapa e especificações. Contudo, a caracterização do processamento de peças cerâmicas envolve etapas interconectadas que partem da escolha e extração do material argiloso à sinterização da peça conformada, estabelecendo a concentração de quatro etapas fundamentais, preparo do material, modelagem/conformação, secagem e sinterização (Dos Santos et.al., 2017).

Na cerâmica das artesãs, ocorre a produção tradicional de louças com etapas artesanais de produção, iniciando com a extração e secagem da argila, amolecimento, incorporação da cinza, modelagem, fase de acabamentos, secagem da peça, pré-queima e sinterização.

As etapas da cadeia produtiva da cinza de taquipé, são realizadas por terceiros, geralmente homens, que iniciam-se com a escolha da árvore e sua posterior derrubada, onde, após a espera de alguns meses, ocorre a decomposição da árvore, possibilitando a extração da casca para queima, trituração, peneiramento e conseqüente incorporação à argila vermelha pelas artesãs.

Sobre o compósito, sabe-se que a incorporação da cinza de taquipé à argila vermelha é realizada de forma empírica, onde as artesãs utilizam como medida, as proporções da palma da mão, sendo adicionados alguns “punhados” a um recipiente contendo argila (Guimarães et.al., 2016). Tal fato instiga a necessidade da aproximação entre ciência e prática cotidiana tradicional.

Esta pesquisa pode ser considerada pioneira, no que tange os estudos dos materiais e design, empregados na produção dessas louças pelas Anas. Não há, no estado da arte, conhecimento de pesquisas semelhantes em relação a incorporação da cinza de taquipé em argila vermelha úmida, evidenciando a importância e responsabilidade que esta pesquisa se propôs a assumir.

A particularidade da cadeia produtiva das louças, a respeito do emprego da cinza de taquipé, abriu direcionamentos para a efetivação de avaliações dos materiais, por meio da caracterização destes, em laboratório, especificamente o Laboratório de Design Cerâmico-LDC, vinculado ao Departamento de Desenho e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Na literatura, que apresenta a ciência relacionada aos materiais cerâmicos, às avaliações que caracterizam os estudos desses materiais estão contidas em ensaios das propriedades químicas, mecânicas e físicas (Zaccaron et.al., 2014; Rocha et.al., 2014; Pinheiro e Holanda, 2010). Para este trabalho, as análises foram realizadas através das propriedades tecnológicas a partir de inquirições científicas, a respeito dos ensaios mecânicos e físicos, gerando assim conhecimento sobre o material e suas possibilidades.

Os ensaios que auxiliaram a conquista dos dados foram a retração linear-RL (Associação Brasileira e Normas Técnicas, 1997) na secagem-RLs e na queima-RLq, perda ao fogo-PF (Guimarães, Araújo e Santos, 2015), absorção de água-AA (Associação Brasileira e Normas Técnicas, 2005), porosidade aparente-PA e massa específica aparente-MEA (American Society for Testing and Materials), tensão de ruptura à flexão-TRF (American Society for Testing and Materials, 2003), além da difração de raios X (XRD).

A investigação proposta, envolveu observação sobre os aspectos relativos à retirada do material do ambiente, buscando melhorias no controle quantitativo e conseqüentemente, a indicação proporcional de material, correspondente à produção das artesãs, além da comprovação de possíveis resultados positivos, promovido pela incorporação da cinza de taquipé.

Percebe-se que os recursos que a natureza oferece são importantes para a produção artesanal. Essa utilização deve ser pensada por meio de práticas que abrangem processos sustentáveis, de modo a preservar e manter os recursos minerais e vegetais, nesse caso (Nascimento, 2012). A base da atividade ceramista, com a incorporação da cinza de taquipé, é caracterizada pelo extrativismo vegetal e mineral.

Essa atividade pode elevar as perdas ambientais, como exemplo a perda da capacidade e disponibilidade de argilas no solo e a não conservação da espécie vegetal derrubada. A produção da cerâmica sem a devida preocupação a esses fatores, nesse caso, pode causar a não renovação e escassez dos recursos.

As discussões a respeito das questões de conservação ambiental é cada vez mais crescente em projetos e pesquisas, proporcionando um interesse cada vez maior sobre os temas de reuso, reciclagem e adaptações do emprego dos recursos da natureza em sistemas pro-

ditivos (Bragança e Bergmann, 2006). Logo, pensar em apoios possíveis para as práticas artesanais, promovendo reflexões sobre o uso do que o ambiente proporciona, aproximado pelos estudos de design e materiais, foi o estímulo desta investigação científica e apresentação de seus resultados.

Portanto, a pesquisa buscou principalmente avaliar a incorporação da cinza de taquipé em argila vermelha, afim de comprovação dos fatores positivos, relativos ao uso do compósito, e a proposição de novas medidas de cinzas, congregadas à argila na produção das louças cerâmicas, desenvolvidas pelo saber-fazer das Anas das Louças.

## **Materiais e métodos**

### **Materiais**

Os experimentos realizados no LDC/UFMA utilizaram a argila vermelha e cinza de taquipé, ambos provenientes da região do povoado de Porto dos Nascimento. A argila foi coletada em campo alagado (Rio Uru) e, após coleta, a argila passou pelas etapas de secagem para redução dos índices de umidade e melhor controle da plasticidade do material. O processo de secagem ao ar livre foi empregado e a desagregação, realizado manualmente, pois alguns processos de laboratório foram estabelecidos de forma a se aproximar dos processamentos do material no campo de produção artesanal. Característica da pesquisa, importante para a redução das interferências nos processos artesanais. Quando seca, a argila foi submergida em água por 24 h e posterior mistura para atingir a consistência necessária à fase de incorporação da cinza de taquipé.

As cascas de taquipé extraídas, a partir da efetivação prévia das etapas de seleção e derrubadas da árvore, do processo de decomposição natural, extração e queima, também foram adquiridas junto às artesãs, no entanto, ainda sem a realização dos processos de desagregação. Primeiramente as cascas do taquipé foram trituradas em pilão metálico manual e posteriormente submetidas a peneiramento em peneiras ABNT N° 16 (abertura de 1,19 mm), N° 30 (abertura de 0,595 mm) e N° 60 (abertura de 0,250 mm), respectivamente. Esse procedimento foi indispensável para se alcançar a granulometria aproximada da cinza, inserida na produção das louças de forma artesanal. Em sequência, a argila foi umidificada de acordo com a quantidade de água utilizada pelas artesãs.

As artesãs utilizam em média cinco (05) punhados de argila úmida na atividade empírica, apresentando 40% de água em constituição, para cada doze (12) punhados de cinza de taquipé. Essas quantidades, após pesagem em balança de precisão, indicaram que aproximadamente o processo no campo utiliza 3,354 kg de argila úmida para 889,9 g de cinza de taquipé como apresentado na Tabela I. Para se chegar a essas medidas o pesquisador participou, junto com uma das artesãs da produção de uma peça cerâmica, observando a etapa de incorporação da cinza de taquipé e conquistando as informações quanto às proporções utilizadas.

**Tabela I** - Equivalência das medidas incorporadas

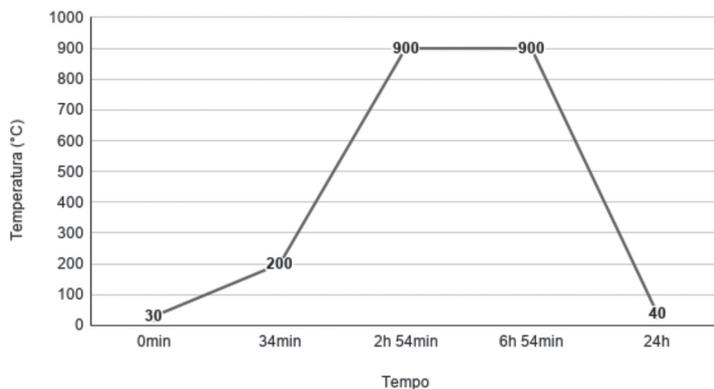
<b>Materiais</b>	<b>Punhados</b>	<b>Quantidade Aproximada</b>
Argila Úmida Vermelha	05	3,354 Kg
Cinza de Taquipé	12	889,9 g

## Métodos

A análise mineralógica qualitativa da argila pura, da mistura argila/taquipé e do taquipé puro foi realizada por difração de raios-X em um difratômetro da marca Rigaku modelo Miniflex2, com tubo de cobre (Cu) e radiação K $\alpha$ , com varredura entre 5 e 70° 2 $\theta$  em um passo de 0,04o em 2 segundos. As fases cristalinas foram identificadas por comparação entre as intensidades e as posições dos picos de Bragg com aqueles das fichas padrão (Jenkins et.al., 1986).

Os processos de moldagem dos corpos de prova (CP) foram efetivados através do método de ensaio de laboratório que consiste na produção de CP em forma de barras, utilizando a prensagem como tipo de conformação. Um molde metálico foi utilizado para esta etapa, onde, através da conformação por pressão manual, os CP foram conquistados. O método base, para a produção dos CP, admite a utilização de prensas hidráulicas na etapa de conformação, mais a técnica seguida foi adaptada para a aproximação dos modos realizados pelas artesãs, ou seja, o uso das palmas das mãos e punho, antebraço e braço na realização da compressão.

Os processos de confecção compreenderam em, primeiramente, produzir um CP sem a incorporação das cinzas, para a conquista das medidas e pesagem de referência. Esse processo forneceu um CP com medidas de comprimento de 78,00 mm, largura de 40,30 mm, espessura de 14,00 mm e peso de 83,40 g. A confecção dos CP seguiu, a partir de 6 etapas: incorporação, divisão das porções do material, compactação do material no interior do molde metálico, desmolde, secagem no ambiente e em estufa a 110 °C por 24 h, finalizando com a sinterização no forno elétrico a 900 °C como demonstra a Figura 1.



**Figura 1.** Ciclo de Sinterização.

As Anas das louças misturam aproximadamente 25% de cinza de taquipé (CT) na argila. Logo, para os estudos em laboratório, definiu-se 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de incorporação da cinza a serem estudadas, constituindo três CP confeccionados para cada percentual. Logo, a escala contempla a percentagem aproximada de uso das cinzas na produção artesanal.

As medidas e pesagem dos CP confeccionados foram coletadas em três momentos distintos, primeiramente após conformação e em sequência, após secagem e sinterização. Para a medição do comprimento (C), largura (L) e espessura (E), dos CP, um paquímetro (precisão 0,02 mm) foi utilizado, levando em consideração as medidas de eixo e, para os pesos das massas, uma balança de precisão foi necessária para obter a pesagem de cada CP nos três momentos definidos e também a massa imersa (Mi.) e massa úmida (Mu.).

## Propriedades Tecnológicas

As equações utilizadas para a RLs e RLq são propostas pela ABNT NBR 13818: 1997, onde para a RLs (Equação A) e na RLq (Equação B), tem-se:

$$RLs = \frac{Lc - Ls}{Ls} (100) \quad (A)$$

Onde, RLs – retração linear na secagem, Lc – comprimento do corpo de prova após conformação, Ls – comprimento do corpo de prova após secagem.

$$RLq = \frac{Ls-Lq}{Lq} (100) \quad (B)$$

Onde: RLq – retração linear na queima, Ls – comprimento do corpo de prova após secagem, Lq – comprimento do corpo de prova após a queima.

Para a análise da PF, esta pesquisa utiliza como referência as diretrizes proposta por estudo anterior (Guimarães, Araújo e Santos, 2015):

$$PF = \frac{Ms-Mq}{Mq} (100) \quad (C)$$

Onde: PF – perda ao fogo, Ms – massa do corpo de prova após secagem, Mq – massa do corpo de prova após queima.

A norma ABNT NBR 15270-3: 2005 foi utilizada para a conquista dos valores referentes à AA. A norma apresenta a equação que determina os índices em cada CP:

$$AA = \frac{Mu-Ms}{Ms} (100) \quad (D)$$

Onde, AA – absorção de água, Mu – massa do corpo de prova úmido, Ms – massa do corpo de prova após secagem.

As análises para a PA utilizou como referência as diretrizes dadas na norma ASTM C20-00: 2000 que orienta os procedimentos para se medir os índices da propriedade na respectiva equação:

$$PA = \frac{Mu-Mq}{Vq} (100) \quad (E)$$

Onde, PA – porosidade aparente, Mu – massa do corpo de prova úmido, Mq – massa do corpo de prova após queima, Vq – volume do corpo de prova após queima.

Para identificação da MEA a norma ASTM C20-00: 2000 foi utilizada, pois esta, assim como na PA, também trata dos parâmetros para a definição dos valores da MEA. A equação referência é definida através dos valores da massa e volume do CP no pós-queima:

$$MEA = \frac{Mq}{Vq} (100) \quad (F)$$

Onde: MEA – massa específica aparente,  $M_q$  – massa do corpo de prova após a queima,  $V_q$  – volume do corpo de prova após a queima.

A TRF em três pontos, foi realizado em uma máquina de ensaios modelo BioPDI 100 kN, com a aplicação de carga constante nos CP entre dois apoios igualmente separados. A referência utilizada, para este ensaio foi a ASTM D790-03: 2003, para mensuração dos índices de TRF e estabelece a seguinte equação, para a conquista dos dados após o ensaio:

$$RF = \frac{3P_{m\acute{a}x}L}{2wh^2} \quad (G)$$

Onde,  $P_{m\acute{a}x}$  é a carga máxima em Newtons (N),  $L$  é distância entre apoios em milímetros (mm),  $w$  é a largura do corpo de prova (em mm),  $h$  é a espessura do corpo de prova (em mm).

A flecha pode ser convertida em deformação relativa na flexão ( $\epsilon_f$ ) por:

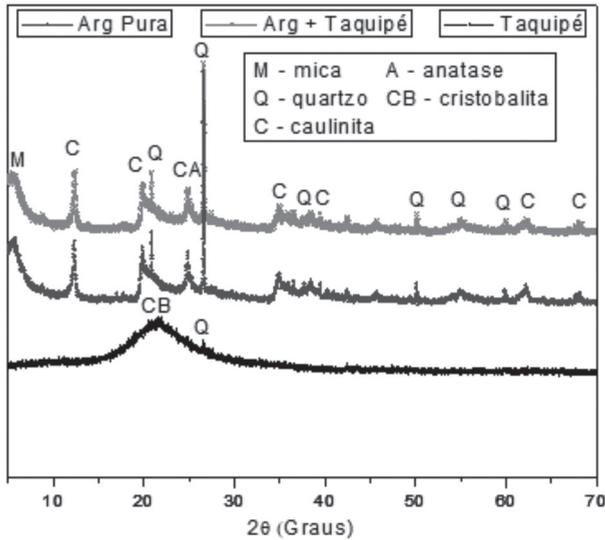
$$\epsilon_f = \frac{6vh}{L^2} \quad (H)$$

Onde:  $v$  – é a deformação na flexão (em %),  $f$  – é a flecha máxima (mm),  $h$  – é a espessura do corpo de prova (mm) e  $L$  é a distância entre os apoios (mm).

## Resultados e discussão

As propriedades tecnológicas corroboraram para a conquista das respostas e efetivação dos objetivos referentes à caracterização dos materiais. A partir da confecção dos corpos de prova, os ensaios foram efetivados, primeiramente com as análises preliminares e posteriormente com os dados conquistados. Para a apresentação dos resultados em gráficos, o software *Origin PRO* foi utilizado. Todos os dados foram registrados no referido *software*, gerando os gráficos da pesquisa, apresentados nos resultados e análises.

A Figura 2 apresenta os difratogramas da argila pura (YY), da mistura argila/taquipé (ZZ) e da cinza de taquipé (TQ).

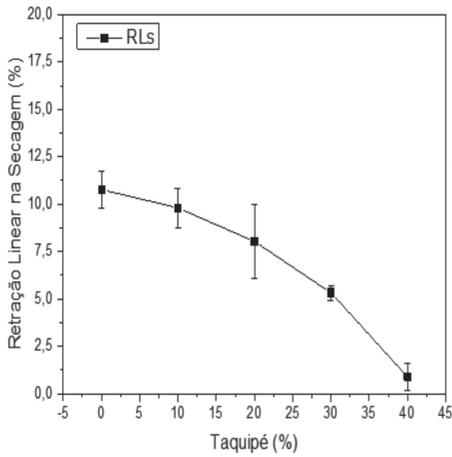


**Figura.**  
Difratogramas da argila pura (YY), da mistura argila/taquipé (ZZ) e da cinza de taquipé (TQ).

Nota-se a presença das fases minerais: mica (M), caulinita (C), quartzo (Q) e anatase (A), todas muito comuns em argilas da nossa região (Mercury, 2012). Tanto na argila pura, quanto na mistura argila/taquipé as mesmas fases minerais são encontradas, demonstrando que o taquipé (TQ) possui fases minerais correspondentes.

Identificou-se no difratograma do TQ picos correspondentes à cristobalita (CB) e ao quartzo (Q) de fórmula  $\text{SiO}_2$ . A sílica presente no TQ se mostra com predominância amorfa, apresentando um halo de baixa intensidade entre 16 e 24°. Os picos presentes no difratograma do TQ são associados à presença de fases cristalinas em baixa proporção, como a cristobalita (CB), que consiste em uma forma polimórfica do quartzo e, do próprio quartzo (Q). Ambos, são atribuídos à contaminação do taquipé pela areia (sílica cristalina na forma de quartzo) durante o processo de obtenção do mesmo (Souza, Magalhães e Persegil, 2002).

A Figura 3 apresenta a retração linear (RLs) ocorrida durante a secagem das composições contendo diferentes percentuais de TQ.

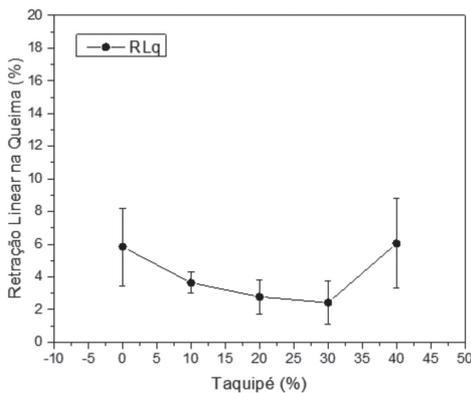


**Figura 3.**  
Retração linear durante a secagem das composições.

Conforme figura acima é possível observar que, em relação a argila pura houve uma redução progressiva da RLs em função do aumento no percentual de TQ. A argila pura apresentou uma retração de 10,7%, e com a adição de 10% de TQ a retração caiu para 9,8% e, sucessivamente para 8% (20%TQ), 5,3% (30%TQ) e, finalmente, 1% (40%TQ).

O decréscimo da RLs com adição do TQ ratifica a ação benéfica do mesmo. Essa diminuição da retração promove a redução de empenamentos e trincas nas peças durante a secagem (Zaccaron et.al., 2014).

Na Figura 4 é apresentada a retração linear na queima RLq em função do percentual de TQ nas amostras.



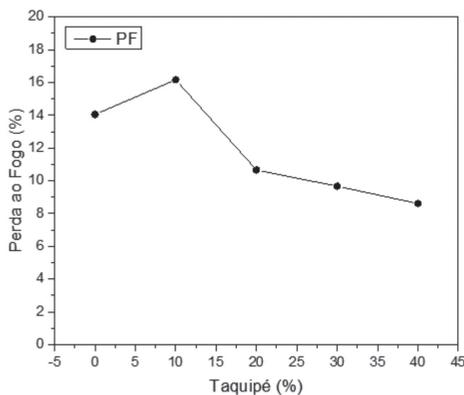
**Figura 4.**  
Retração linear na queima RLq.

Observou-se que, em relação à amostra de argila pura houve progressiva diminuição na retração até o percentual de 30% de TQ, voltando a aumentar para 40% de TQ. A redução da RLq para até 30% de TQ se deu devido à fase incorporada se manter inerte durante a queima, não reagindo e gerando novas fases. Evidenciando, portanto, o efeito da menor quantidade de argila na composição, portanto, menor quantidade de matéria orgânica, consequentemente, menor retração.

O comportamento que se apresenta para o percentual de 40% de TQ, pode ter explicação na menor compactação da fase TQ com a fase argila, levando a uma maior RLq. O que inviabiliza a utilização de 40% de TQ na composição do material. Esse comportamento também pode ser fruto de uma grande quantidade de matéria orgânica ainda presente no TQ incorporado. Devido a queima para transformar a casca em cinza ser muito irregular, o processo deixa muita matéria orgânica residual.

Como visto nos difratogramas dos componentes das composições, bastante quartzo existe, tanto na argila pura, quanto no TQ, o que promove a diminuição da RLq, pois, o quartzo é conhecido como um mineral com alta refratariedade (Castro et.al., 2015).

Conforme Figura 5 é possível observar a variação da perda ao fogo (PF) em função do percentual de TQ.

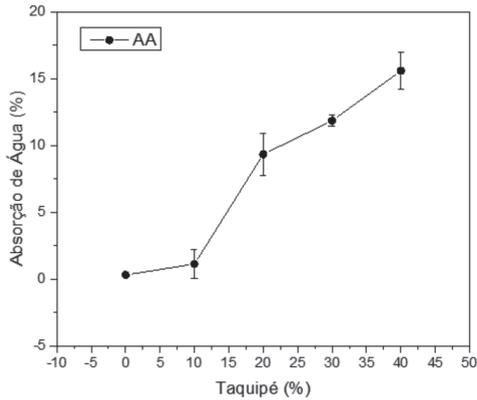


**Figura 5.**  
Variação da perda ao fogo (PF).

Observamos um aumento da PF em relação à argila pura para a composição com 10% de TQ. Esse comportamento é devido a uma provável contaminação do resíduo com material orgânico decorrente do processo de obtenção do mesmo. A partir do percentual de 20% de TQ houve redução da PF, o que se explica pela inerticidade da fase incorporada durante a queima. A redução progressiva a partir de 20% de TQ se deu devido ao mesmo ser inerte, o que faz com que a queda, cada vez maior, na PF se deva apenas à perda de água e à de-

composição da matéria orgânica contida na parte argilosa da composição uma vez que a fase incorporada tem o comportamento inerte (Angel, 2009).

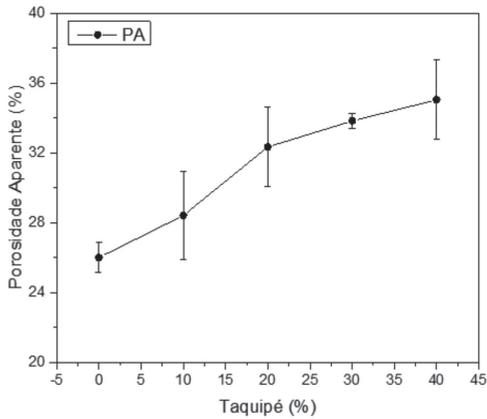
Na Figura 6 apresenta-se a variação no percentual de absorção de água AA em função do percentual de TQ.



**Figura 6.**  
Variação no percentual de absorção de água AA.

A absorção de água AA teve aumento considerável em comparação à amostra padrão, a partir de 20% de TQ. O maior percentual de TQ eleva o teor de quartzo na composição da amostra, levando ao aumento da AA. Comportamento favorecido pela transformação do quartzo na sua forma cristalina  $\alpha$  para quartzo  $\beta$ , onde ocorre uma expressiva expansão, que no resfriamento deixa poros em excesso no mesmo (Nandi et.al., 2015), daí maiores valores de AA para os maiores percentuais de TQ.

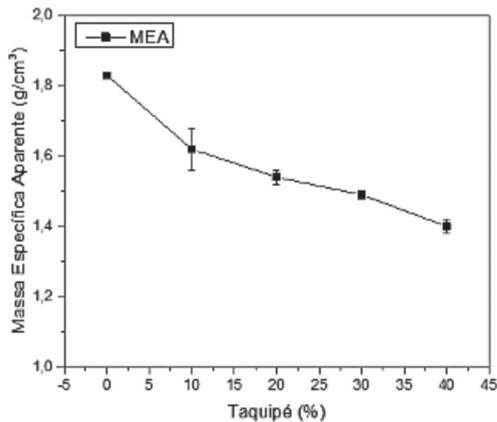
A Figura 7 mostra a porosidade aparente PA em função do percentual de TQ incorporado.



**Figura 7.**  
Porosidade aparente PA.

O resultado da PA corrobora o resultado da absorção de água AA. O aumento do percentual de TQ eleva progressivamente a porosidade, principalmente, devido à transformação do quartzo que gera maior quantidade de poros, atingindo maiores percentuais de absorção de água para as composições com TQ. Ou seja, a absorção de água é uma propriedade tecnológica que está associada à porosidade aberta e do material pós queima (De Faria et.al., 2012).

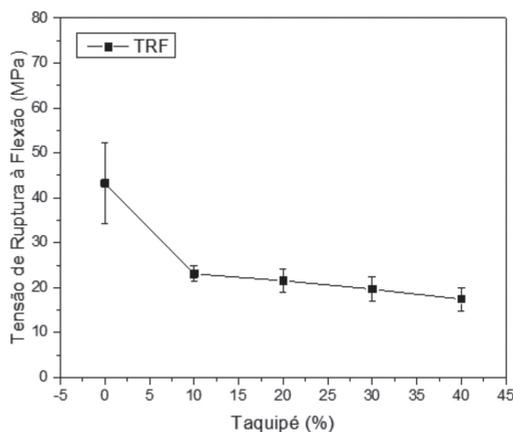
A Figura 8 apresenta a variação da massa específica aparente MEA das composições queimadas em relação ao percentual de TQ incorporado.



**Figura 8.**  
Variação da massa específica aparente MEA.

O resultado de MEA também corrobora os resultados de AA e PA. A MEA vem diminuindo de forma progressiva com o aumento do percentual de TQ. Essa queda se deve à inserção de uma fase mais leve na composição das amostras, em percentual cada vez maior, além da maior geração de poros.

A tensão de ruptura à flexão TRF medida em MPa das composições em função dos percentuais de TQ está apresentada na Figura 9.



**Figura 9.**  
Tensão de ruptura à flexão TRF medida em MPa.

Observa-se que a TRF diminui para um valor 46,6% menor para a composição com 10% de TQ, em relação à composição base. A partir desse percentual, a queda é praticamente desprezível, considerando o desvio padrão para os pontos analisados. A redução na TRF para as composições com TQ pode ser explicada pelo aumento da porosidade, da absorção de água e pela redução da massa específica aparente.

Tal redução da TRF não inviabiliza a incorporação do TQ, pois, como a absorção de água e a resistência mecânica são propriedades importantes, uma vez que, as mesmas são utilizadas para classificar materiais à base de argilas para fabricação de produtos de cerâmica vermelha para uso em construção civil.

Os valores especificados destas propriedades para cerâmica vermelha são: tijolos maciços (AA < 25% e  $\sigma > 2,0$  MPa), blocos cerâmicos (AA < 25% e  $\sigma > 5,5$  MPa) e telhas (AA < 20% e  $\sigma \geq 6,5$  MPa) [25]. Como não há valores para comparação em produtos utilitários de cerâmica, tomamos essas faixas de valores como referência. Portanto, os valores encontrados neste trabalho nos permitem concluir a favor da viabilidade da incorporação do TQ. Considerando que a busca das artesãs é a melhor refratariedade e a baixa condutividade térmica do produto (principalmente painéis) que se comprova pela elevação da PA e re-

dução da MEA. Sendo que a refratariedade e a condutividade térmica são resultantes do alto teor de SiO<sub>2</sub> (De Faria et.al., 2012), o que ratifica a aplicabilidade da incorporação do taupíe nos produtos produzidos na comunidade de artesãs.

## Conclusões

Pode-se concluir que a retração linear nos corpos cerâmicos, alcançou resultados satisfatórios entre os percentuais 20% e 30% de incorporação da CT, tanto da retração na secagem, quanto na queima, evidenciando maior estabilidade dimensional nessas faixas, auxiliando na redução de danos como os empenamentos e trincas durante os processos de secagem e sinterização em laboratório.

Quanto a PF, conclui-se que a partir do percentual de 20% houve redução progressiva, no entanto, com uma queda gradativa. Ou seja, quanto mais CT foi sendo incorporada, menor foi a perda de material durante a sinterização. Essa queda gradativa foi observada, devido o material ainda apresentar água e a decomposição de matéria orgânica, mesmo após a secagem, presente na argila.

Para a AA e PA, todos os CP obtiveram resultados de crescimento desses índices à medida que os percentuais de incorporação foram aumentados. Uma conclusão importante, pois essas propriedades coincidem, ou seja, são intimamente interligadas. Destaca-se que a PA nos percentuais, 20% e 30% se configuram como favoráveis a utilização nos corpos cerâmicos, devido a geração de poros, apresentando característica refratária, importante para louças cerâmicas, devido a retenção de calor promovido por materiais com essa especificidade. Para além de contemplar as questões ambientais, pois a incorporação de CT nesses percentuais, diminuiria a sua utilização, por conseguinte, o declínio da derrubada de árvores, fomentando maior tempo entre as extrações das cascas e conseqüentemente a possibilidade de obter-se mais material para a posteridade, promovendo a permanência, no médio e longo prazos, das práticas do saber-fazer tradicional vivenciado pelas artesãs.

Quanto a MEA, pode-se concluir que a elevação do percentual de CT ocasionou a queda progressiva dos índices nesta propriedade, caracterizada pela inserção de uma fase mais leve na composição. Observa-se que os resultados observados para a MEA confirma os resultados para a AA e PA.

As conclusões frente a TRF, mostra que o compósito analisado apresentou índices em redução nessa propriedade, no entanto, essa queda pode ser interpretada pelo aumento da PA e AA, além da comprovada redução da MEA. Mesmo com este resultado, a inserção da CT na composição, não foi inviabilizada, devido às propriedades, absorção de água e resistência mecânica, possuírem parâmetros de comparação e classificação de materiais, com uso de argila na fabricação de produtos em cerâmica vermelha na construção civil, sendo satisfatórios os índices encontrados nesta pesquisa, com o compósito avaliado.

Conclui-se ainda que a incorporação da CT na produção das Anas das louças é totalmente viável, pois as artesãs objetivam a melhor refratariedade e a baixa condutividade térmica do produto (louças), comprovadas pelo aumento da porosidade e redução da massa específica aparente.

Com todos as conclusões desta pesquisa, referentes às propriedades tecnológicas, comprova-se que os percentuais de 20% e 30% de incorporação de CT na argila vermelha se consolidam como os melhores resultados avaliados. Logo, os estudos em design e materiais, comprovam os fatores positivos relativos ao uso do compósito, desenvolvidos pelo saber tradicional das Anas das louças.

Enfim, perante as fases metodológicas apresentadas e os resultados alcançados, o trabalho de fato coopera para a continuação do usos dos recursos naturais na produção artesanal em questão, além de refletir o artesanato e suas práticas e valorização dos saberes e do desenvolver da ciência em design quanto ao estudos dos materiais. Destaca-se que, esta pesquisa endossa a importância de valorizar o conhecimento, advindo dos detentores de conhecimento tácito (artesãos), saberes esses que perpassam gerações.

## Reconhecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo fomento à pesquisa e ao PPGDg-UFMA (Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Maranhão) pela infraestrutura.

## Referências

- American Society for Testing and Materials (2003). *ASTM D790 03: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. West Conshohocken: ASTM International.
- American Society for Testing and Materials. *ASTM C20- 00: Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water*. West Conshohocken: ASTM International.
- Angel, J. (2009). “Caracterização de cinza obtida por combustão de casca de arroz em reator de leito fluidizado”, *Química Nova*, [S.L.], v. 32, n. 5, p. 1110-1114, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000500006>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). *NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento-Especificação e métodos de ensaios, classificação*. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 78 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). *NBR 15270-3: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio*. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2005. 33 p.
- Bragança, S. e Bergmann, C. (2006). “Produção de porcelana de ossos e caracterização de suas propriedades técnicas”, *Cerâmica*, [S.L.], v. 52, n. 322, p. 205-212, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132006000200014>.
- Castro, R. et.al. (2015). “Estudo do efeito do feldspato e resíduo de caulim na produção de revestimento cerâmico”, *Cerâmica Industrial*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 30-36, 2015. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2015.003>.

- Da Silva, R e Da Silva, P. (2017). “Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha”, *Cerâmica*, [S.L.], v. 63, n. 368, p. 494-507, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633682173>.
- De Faria, K. et.al. (2012). “Influência da adição de resíduo de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar nas propriedades tecnológicas de cerâmica vermelha”, *Matéria (Rio de Janeiro)*, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 1054-1060, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-70762012000300003>
- Dos Santos, R. et.al. (2017). “Santana, Interação entre características de argilas e parâmetros de processamento sobre propriedades tecnológicas de corpos cerâmicos”, *Cerâmica*, v. 63, n. 367, p. 361-368, set. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633672126>.
- Guimarães, K., Araújo, R. e Santos, D. “Caracterização tecnológica de cerâmica branca com adição de ossos bovinos”, *Design e Tecnologia*, v. 5, n. 09, p. 42-49, 2 jul. 2015. PGDesign. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.23972/det2015iss09pp42-49>.
- Guimarães, M. et.al. (2016). “ciranda de saberes: o diálogo entre saberes tradicionais e especializados, no âmbito da produção artesanal”. *Blucher Design Proceedings*. Blucher. p. 3773-3783 <http://dx.doi.org/10.5151/despro-ped2016-0323>.
- Jenkins, R. et.al. (1986). “JCPDS — International Centre for Diffraction Data Sample Preparation Methods in X-Ray Powder Diffraction”, *Cambridge Core*, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 51-63, jun. 1986.
- Lins, H. (2019). “Inovações Sociais e Desenvolvimento Sustentável: sinergismo entre agroecologia e agroturismo no brasil meridional”, *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Catalunha, v. 30, n. 1, p. 58-30, jul. 2019.
- Mercury, M. (2012). “Ceramic raw materials from the State of Maranhão, Brazil. Part 1: chemical and mineralogical characterization and technological properties of clays from são luis, rosário, pinheiro and mirinzal”, *Revista Escola de Minas*, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 513-521, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0370-44672012000400012>.
- Nandi, V. et.al. (2015). “Estudo do comportamento energético em forno túnel de cerâmica vermelha”, *Cerâmica Industrial*, [S.L.], v. 20, n. 5, p. 30-39, 2015. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2015.028>.
- Nascimento, E. (2012). “Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico”, *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 51-64, 1 jan.
- Oliveira, G. e Holanda, J. (2004). “Reaproveitamento de resíduo sólido proveniente do setor siderúrgico em cerâmica vermelha”, *Cerâmica*, [S.L.], v. 50, n. 314, p. 75-80, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132004000200002>.
- Oliveira, G. e Holanda, J. (2004). “Reaproveitamento de resíduo sólido proveniente do setor siderúrgico em cerâmica vermelha”, *Cerâmica*, [S.L.], v. 50, n. 314, p. 75-80, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132004000200002>.
- Pinheiro, B. e Holanda, J. (2010). “Efeito da temperatura de queima em algumas propriedades mecânicas de cerâmica vermelha”, *Cerâmica*, [s.l.], v. 56, n. 339, p. 237-243, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132010000300005>.

- Rocha, F. et.al. (2014). "Clays and their Applications in Pottery and Ceramics Materials", *Revista Virtual de Química*, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 1105-1120, 2014. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140070>.
- Silva, M. et.al. (2006). "Certificação de Identidade Histórico-Cultural da Produção de Base Artesanal Mineira", *Pesquisas e Práticas Psicossociais*, v. 1, n. 2, p. 01-12, São João: del-Rei dez.
- Souza, M.; Magalhães, W. e Persegil M. (2002). "Silica Derived from Burned Rice Hulls", *Materials Research*, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 467-474, out. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-14392002000400012>.
- Trommer, R. (2008). "Identificação e avaliação dos mecanismos de ataque da escória SiO<sub>2</sub>-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO em tijolos refratários de MgO-C", *Matéria (Rio de Janeiro)*, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 56-64, mar. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-70762008000100007>.
- Zaccaron, A. et.al. (2014). "Incorporação de Chamote na Massa de Cerâmica Vermelha como Valorização do Resíduo", *Cerâmica Industrial*, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 33-39, 2014. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2014.077>.
- Zaccaron, A. et.al. (2014). "Incorporação de Chamote na Massa de Cerâmica Vermelha como Valorização do Resíduo", *Cerâmica Industrial*, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 33-39, 2014. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2014.077>.

---

**Resumen:** Este texto presenta resultados de una investigación, a través del diseño y estudio de materiales, con el objetivo de evaluar un compuesto cerámico, mediante la incorporación de ceniza de taquipé (*Triplaris* sp.) en arcilla roja para comprobar los factores positivos relacionados con el uso de recursos naturales en el compuesto. Este material se vincula con el quehacer del grupo de artesanos Anas das Louças. Este proceso empírico permite la aproximación del conocimiento científico y tradicional. La metodología propuesta siguió fases de caracterización de materiales a través de propiedades tecnológicas. Este proceso proporcionó análisis y evaluaciones sobre el uso de estos recursos evaluando los diferentes porcentajes de ceniza incorporada a la arcilla. Se prevé que la investigación compruebe efectos positivos del uso de ceniza de taquipé al adherirse a la cerámica, confirmando propiedades refractarias a las piezas, característica excelente para la cocción en platos cerámicos, además de la decisión sobre los porcentajes de 20% y 30% necesarios para obtener este resultado.

**Palabras clave:** diseño - materiales - cerámica - tradicional - compuesto - ceniza de taquipé

**Abstract:** This text presents research results, through design and material study that aimed to evaluate a ceramic composite, through the incorporation of *taquipé* ash (*Triplaris* sp.) in red clay to prove the positive factors related to natural resource use in composite. This material is developed with the know-how of a group of artisans, called Anas das Louças. This empirical process enables the approximation of scientific and traditional knowledge. The proposed methodology followed material characterization phases through technological

properties. This process provided analyses and evaluations on the use of these resources by evaluating different percentages of ash incorporated into the clay. It is anticipated that the research proves beneficial effects that the *taquipé* ash adheres to ceramics, conferring refractory properties to the pieces, an excellent characteristic for cooking in ceramic dishes, in addition to deciding the 20% and 30% percentages as sufficient for this result.

**Keywords:** design - materials - ceramics - traditional - composite - *taquipé* ash

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]

---