**Interdisciplinaridade no estudo de artefatos cerâmicos com a técnica de raku na cidade de Cunha/São Paulo**

**Resumo**

Esta pesquisa tem como objetivo geral compreender a interação entre o ceramista, as tecnologias, os materiais e os artefatos pelo viés da engenharia de materiais e do design, no ateliê Adamas, no município de Cunha-SP. Investigou-se, como objetivos específicos, o processo de confecção dos artefatos cerâmicos elaborados com a técnica de raku; caracterizar propriedades microestruturais das cerâmicas; estudar artefatos cerâmicos sob a óptica do design de superfície por meio das abordagens representacional, estrutural e relacional; e, analisar, pela perspectiva do design e território, as relações entre artefatos confeccionados com a técnica de raku e o território no qual é produzido. Para tanto, utilizou-se a engenharia de materiais, por meio da ceramografia para auferir análises microestruturais, de dimensionamento dos corpos de prova cerâmicos. Por fim, no campo do design, foi realizada a fotometria e a digitalização 3D para análises sob a óptica do design e território e do design de superfície.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade; Técnica de raku; Caracterização microestrutural da

Cerâmica;Design e seleção de materiais.

**ABSTRACT**

**The general objective of this study is to understand the interaction between the potter, the technologies, the materials and the artifacts through the bias of materials engineering and design, in Adamas atelier in the city of Cunha, state of São Paulo.** As specific objectives, the research investigated, the process of making the ceramic artifacts elaborated withthe raku technique; characterize the microstructural properties of ceramic; to study ceramic artifacts from the perspective of surface design through the representational, estrutural and relational approaches; and to analyze, from the perspective of design and territory, the relations between the artifacts made with the raku technique and the territory in which it is produced. As methodology, materials engineering was used by means of the ceramography to obtain microstructural analysis, sizing of ceramic. Finally, in design perspective, photo and 3D scanning were carried out for analysis from a design and territory and surface design perspective.

**Keywords:** Interdisciplinarity; Raku's technique; Microstructural characterization of ceramics; Design and selection of materials.

1. INTRODUÇÃO

O artefato em estudo deve ser interpretado pela forma, geometria, cor, signos, texturas e sensações transmitidas, além de suas relações com o território em que se deu sua origem, estes elementos foram analisados sob perspectiva do design de superfície e design e território.

O ceramista e proprietário do ateliê Adamas (local de estudo da presente dissertação) tem origem chilena e possui diversas influências e experiências acumuladas ao longo de sua trajetória, como a vivência e conhecimento da cultura dos povos indígenas chilenos e peruanos, e a admiração pelos nativos mexicanos e canadenses.

O ateliê cerâmico Adamas está localizado na cidade de Cunha, região do Vale do Paraíba, estado de São Paulo. O município tem seus atrativos turísticos e históricos, além disso, apresenta uma diversidade artesanal singular, como o artesanato cerâmico iniciado pelas Paneleiras, mulheres que produziam utensílios cerâmicos na cidade no começo do século XX, trabalho findado décadas mais tarde. Em 1975, com a chegada de alguns ceramistas no município, eclodiu a confecção de peças cerâmicas sinterizadas em alta temperatura, no lugar conhecido como Ateliê do Antigo Matadouro, nos dias atuais a cidade acumula mais de 40 ateliês, entre eles, o ateliê objeto deste estudo.

Cada ateliê possui suas especificidades, ressaltando as experiências, as técnicas e as influências de seus ceramistas. É importante entender as qualidades de cada objeto cerâmico que, além de sua beleza material e design, apresenta significado transmitido pelo próprio ceramista e pela cultura de seu território.

Esta pesquisa tem caráter interdisciplinar e se dá pela interação entre as ciências sociais, o design e a engenharia de materiais, tendo cada área suas contribuições e limitações.

1. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem caráter interdisciplinar, no sentido de aproximar e interagir as disciplinas no interior de uma mesma pesquisa (JAPIASSU, 1976, p. 74), foram utilizadas três áreas: as ciências sociais, a engenharia de materiais e o design.

O papel das ciências sociais manifesta-se por meio da análise sociotécnica do ateliê, com base na teoria ator-rede para acompanhar, investigar e compreender as dinâmicas e os elementos que compõem as relações entre os humanos e não-humanos na criação dos artefatos no local de estudo.

O design apresenta-se por meio do design de superfície e do design e território. O design de superfície utilizou como método a digitalização em formato tridimensional e a fotometria dos artefatos cerâmicos para análises das abordagens representacional, estrutural e relacional. O design e território tem como base as informações geradas a partir do design de superfície, investigando as relações entre os artefatos cerâmicos confeccionados com a técnica de *raku* e o seu território de confecção, além de avaliar os artefatos por meio da análise de valor, autenticidade e rastreabilidade.

A engenharia de materiais ocorreu por instrumento da submissão de corpos de prova (confeccionados no ateliê Adamas) aos ensaios de laboratório, sendo: ceramografia, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia por dispersão de energia de Raios-X, ensaio de flexão em 3 pontos, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente, perda de massa e retração linear.

1. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Da perspectiva da caracterização microestrutural

3.1.1 Ceramografia

A ceramografia possibilitou visualizar a microestrutura dos corpos de prova por meio de um microscópio óptico. Neste ensaio foram utilizados dois corpos de prova, um sem revestimento e o outro com esmalte, com magnificação de 50x, 100x, 200x e 500x, sendo que na amostra esmaltada foram registradas micrografias do substrato cerâmico e da fronteira entre o substrato, engobe e a camada de esmalte. Verificou-se a partir das micrografias a quantidade de partículas de quartzo dispersas, bem como o formato irregular, assim como uma significativa quantidade de poros.

**3.1.2 Microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva sob a óptica da fratura**

A microscopia eletrônica de varredura foi essencial para entender a morfologia e topografia do material utilizado no ateliê estudado. Ressalta-se que as micrografias foram obtidas por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura, modelo Hitachi, modelo TM 3000, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, campus de Lorena-SP.

Para observar se havia diferença entre o corpo de prova esmaltado e o sem revestimento, foi realizado o MEV das duas amostras, sendo que foi verificada a superfície da fratura de ambas as amostras e na amostra esmaltada foi verificada a região da fratura que envolvia a fronteira entre o esmalte, engobe e substrato.

Por meio das micrografias foi possível observar a diferença entre o suporte cerâmico, o engobe e o esmalte do corpo de prova. O suporte cerâmico é responsável por estruturar o artefato, o engobe tem diversas funções, entre elas ocultar a cor do suporte, encobrir as imperfeições da superfície e impossibilitar que elementos contidos influenciem na cor do esmalte, e; o esmalte é a camada superficial final da peça (PARMELLE, 1973; PÉREZ, 1991; TOZI,1992; SANTOS, MELCHIADES e BOSCHI, 2007).

 **3.1.3 Ensaio de flexão em 3 pontos**

O ensaio de flexão implica na aplicação de uma carga crescente em determinados pontos de um corpo de prova padronizado. Este ensaio é aplicado geralmente em materiais cerâmicos e metais, uma vez que permite apurar dados quantitativos sobre a deformação e a resistência mecânica destes tipos de materiais, observando as falhas críticas no ponto de máximo esforço.

Os dados dos corpos de prova esmaltados foram significamente superiores aos resultados dos corpos de prova sem revestimento, isso pode ter ocorrido devido à película de esmalte adicionada aos corpos de prova esmaltados, funcionando como uma camada adicional com aspecto próximo de vidro.

A resistência mecânica após a queima de materiais cerâmicos fica estritamente condicionada a quantidade e o tamanho dos poros. No processo de sinterização ocorre a diminuição da porosidade, que resulta no aumento da resistência mecânica do material cerâmico (CARLOS, 2014).

 **3.1.4 Porosidade aparente, absorção de água e massa específica aparente**

Observa-se que os corpos de prova esmaltados absorveram uma quantidade menor de água em relação as amostras sem revestimento, no mesmo sentido que os corpos de prova esmaltadas apresentaram menor porosidade 11,8%, enquanto os sem revestimento 13,4%. Os valores de massa específica aparente foram de 1,46 g/cm³ para os corpos de prova esmaltados e de 1,45 g/cm³ para os corpos de prova sem revestimento.

A resistência mecânica dos materiais cerâmicos está diretamente relacionada com a absorção de água e a porosidade aparente, pois quanto menores os valores obtidos de absorção de água e porosidade, maiores serão os dados de resistência, neste caso o ensaio de flexão em 3 pontos.

Quanto maior a temperatura de sinterização, há uma significativa redução de poros, sendo acompanhando pela menor absorção de água, ou seja, torna o material mais impermeável. Desta forma, observa-se como os dados obtidos por meio dos ensaios de absorção de água e de porosidade aparente foram baixos, tanto dos corpos de prova sem revestimento como os esmaltados. A baixa porosidade pode ser explicada pelo preenchimento dos poros, que ocasiona a densificação e o empacotamento do material (SANTOS et al., 2017).

A densificação pode ser explicada pela significativa presença de óxidos fundentes, no mesmo sentido da pesquisa realizada na argila por Mello et al. (2018), em que a argila branca apresenta principalmente CaO (óxido de cálcio) e MgO (óxido de magnésio), e o empacotamento ocorreu devido a significativa presença de quartzo na argila branca, dado obtido também na pesquisa de Mello et al. (2018).

A massa específica aparente está intimamente ligada à quantidade de poros existente no corpo de prova, conforme a temperatura de sinterização aumenta, a massa específica aparente cresce gradativamente, causando a penetração nos poros existentes, densificando o material (VIEIRA, HOLANDA e PINATTI, 2000; PORTO et. al., 2012).

Assim como a porosidade, a absorção de água também está ligada à massa específica aparente, quanto menor o valor de absorção de água, maior será o valor de massa específica aparente, pois conforme a densificação do material demonstra que existência de menos vazios (SANTIS et al., 2013).

 **3.1.5 Perda de massa e retração linear**

Verificou-se a medida e a massa de cada corpo de prova em três momentos: corpo de prova verde, após a primeira queima e após a segunda queima. A confecção dos corpos de prova e as queimas ocorreram no ateliê Adamas, as etapas de medição e pesagem foram realizadas no laboratório de Microbiologia do UNIFATEA.

A primeira queima ocorreu em um forno a lenha, por um período de 8 horas e em temperatura aproximada de 800º C. Entre a primeira e a segunda queima 16 (dos 31) corpos de prova foram esmaltados com o objetivo de reproduzir (em parte dos corpos de prova) o processo utilizado nos artefatos confeccionados com utilização da técnica de raku. A segunda queima foi realizada em um forno a gás, por um período de uma hora, na temperatura aproximada de 1000º C.

Com base nos 31 corpos de prova utilizados neste ensaio, na primeira queima há uma perda de massa acentuada dos corpos de prova, destaca-se que na primeira queima os corpos de prova foram constituídos pelos mesmos elementos, resultando em valores de perda de massa próximos a 31% em relação aos corpos in natura (inicial).

No entanto, após a segunda queima, em comparação com a primeira queima, os corpos de prova ganharam massa, os corpos de prova sem revestimento ganharam em média 8,27% e com desvio padrão de 2,68%, enquanto que os corpos de prova esmaltados ganharam na média 10,29% de massa e com o desvio padrão de 1,94%. Pressupõe-se que no primeiro momento, acredita-se que a perda de massa acentuada registrada após a primeira queima seja em decorrência de eliminação de material orgânico dos materiais cerâmicos, que geralmente ocorre em temperaturas de aproximadamente 900º C.

Os corpos de prova podem ter sofrido alto grau de perda de massa em função da formação caulinítica da argila, pois caulinita tem em sua constituição significativa quantidade de água (VIEIRA et al., 2008).

Em momento posterior, houve um aumento da massa dos corpos de prova e o fator comum no aumento do peso de ambos os corpos de prova foi a fuligem contida no balde no qual foram depositados os corpos de prova imediatamente após a retirada do forno a gás. Especificamente quanto ao corpo de prova esmaltado, a adição de esmalte em momento anterior ao processo da segunda queima naturalmente aumenta a massa destas amostras.

Verifica-se que houve a retração linear em todos os corpos de prova após a primeira queima, sendo a retração linear média geral de 7,15 % e com o desvio padrão de 1,23%, considerando que até a primeira queima os corpos de prova possuem o mesmo material. Após a segunda queima, os corpos de prova sem revestimento apresentaram maior retração linear, 5,39% na média e com desvio padrão de 0,99%, enquanto que os corpos de prova esmaltados apresentaram retração linear de 4,82% e desvio padrão de 0,69%. O aumento gradual da retração linear está relacionado ao maior grau de sinterização e densificação, que acarreta mudanças físicas e diminuição do volume dos corpos de prova (BRITO et al., 2015; RODRIGUES et al., 2014).

 **3.2 Da perspectiva do design**

 **3.2.1 Design de superfície**

No âmbito do design de superfície, a pesquisa tem como fio condutor o trabalho desenvolvido por Schwartz (2008) e a adaptação promovida por Rinaldi (2013), na qual a análise do artefato ocorre sobre três abordagens: representacional, estrutural e relacional. A primeira aborda a geometria e a representação gráfica, a segunda trata dos materiais e os procedimentos de construção dos artefatos e a terceira ocupa-se em entender a relação entre sujeito, objeto e o meio.

Na dimensão representacional observou-se que as superfícies das máscaras são todas constituídas por curvas, traços antropomórficos e adornos. As máscaras foram confeccionadas por meio de moldes, fato que possibilita a reprodução das formas geométricas, mas não a coloração, em função da técnica de raku, pois após a sinterização, mesmo as peças que utilizaram o mesmo esmaltes apresentam tons diferentes devido a posição no forno e a exposição ao calor. Por outro lado, os vasos são circulares, possuem a base fechada e a parte superior aberta. Ambos foram confeccionados em um torno mecânico e com a utilização do trabalho manual do ceramista, sendo assim, não são simétricos como as máscaras representadas anteriormente.

Na abordagem estrutural, notou-se que os artefatos possuem caráter predominantemente estético, além dos aspectos expressos na análise sociotécnica e na análise microestrutural, ressalta-se que a diferença entre materiais utilizados reside no engobe e no esmalte utilizado na pintura das peças.

Na abordagem relacional, observou-se que os artefatos possuem superfícies caracterizadas como inertes, pois não são modificados pelo contato. No aspecto tátil, os artefatos apresentam dureza, baixa condutividade térmica, aspereza e superfície irregular devido aos craquelês.

 **3.2.2 Design e território**

O design e território estuda a identidade local, sendo o fundamental compreender os conhecimentos que compõem os artefatos cerâmicos e sua matéria-prima. Durante a elaboração da pesquisa foram realizadas visitas in loco, com o intuito de gerar um brainstorming entre o pesquisador e o ceramista. O artesanato cerâmico está incrustado na cultura de Cunha, a cidade é reconhecida nacionalmente pelos artefatos produzidos ali por seus ceramistas, a própria utilização da argila local reforça a questão identitária e a cultura local. A produção de artefatos cerâmicos artesanais no município de Cunha-SP é diversificada. Observou-se por meio da visita a Casa do Artesão (importante centro de exibição e comercialização dos artefatos cerâmicos confeccionados pelos ateliês da cidade de Cunha-SP) e das entrevistas realizadas com o ceramista estudado que os artefatos são mais ligados às experiências e habilidades dos ceramistas do que propriamente ligada a alguma inspiração ou característica da cidade. No que tange a matéria-prima, não há uma constância, pois, uma fração dos ceramistas compra argila pronta para o uso, enquanto outros utilizam argila coletada no município. No caso específico do ateliê Adamas, a principal ligação entre os artefatos produzidos no ateliê e o município, além da localização, é a utilização da matéria-prima.

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os mais de 40 ateliês cerâmicos contidos na cidade, o ateliê Adamas foi escolhido como lócus de estudo por diversos fatores, como a cultura e influências do ceramista proprietário do ateliê, a abertura obtida para a realização da pesquisa, os diferentes tipos de artefatos confeccionados e a utilização da técnica de raku.

O objetivo geral da pesquisa foi compreender de forma interdisciplinar a interação entre o ceramista, as tecnologias, os materiais e os artefatos no ateliê Adamas, localizada em Cunha, São Paulo. Como específicos, (a) investigar, via análise sociotécnica, o processo de confecção dos artefatos cerâmicos elaborados com a técnica de raku; (b) caracterizar as propriedades microestruturais das cerâmica; (c) estudar os artefatos cerâmicos sob a óptica do design de superfície por meio das abordagens representacional, constitucional e relacional; e, (d) analisar, pela perspectiva do design e território, as relações entre os artefatos confeccionados com a técnica de raku e o território no qual é produzido, Cunha-SP.

A engenharia de materiais e o design foram as tecnologias sociais empregadas nesta pesquisa e contribuem para a inclusão social por meio da arte, priorizando o desenvolvimento socioeconômico no município, além da geração de renda aos trabalhadores envolvidos. A facilidade de acesso à matéria prima pode levar ao aumento da produtividade para os artesãos, bem como poderá significar o surgimento de novos artistas e artesãos. Consequentemente, esta atividade produtiva característica da região poderá aumentar ainda mais a sua importância na economia do município.

Como trabalhos futuros, indica-se o estudo em outros ateliês cerâmicos da cidade de Cunha-SP, com o intuito de traçar as similaridades e disparidades entre os artefatos que são construídos pelos ceramistas locais. Sugere-se, também, o estudo da microestrutural de outras argilas encontradas no município de Cunha-SP e a viabilidade para a utilização na confecção cerâmica. Por fim, a análise das relações entre os atores que fazem parte da rede dos ceramistas se traduz como importante forma de entender as interações entre o Poder Público, a população, os ceramistas e os turistas que visitam a cidade com o propósito conhecer a cerâmica confeccionada na cidade.

1. AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro, por todo o aconselhamento e apoio durante o processo de elaboração da presente pesquisa.

Ao Me. Wilton Antonio Machado Junior e seu coorientador, Prof. Dr. Adilson da Silva Mello, por todo o apoio e empenho na construção da presente pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

Ao Ateliê Adamas e ao senhor Luis Felipe Zúñiga Perez pelo apoio, compreensão e disponibilidade, essenciais para a presente pesquisa.

Ao Centro Universitário Teresa D’Ávila (UNIFATEA) por todo apoio de seu reitor, pró-reitores, professores e funcionários, que auxiliaram nesta pesquisa por meio da utilização da infraestrutura de seus laboratórios, em especial ao Laboratório de Modelagem, Texturas e Materiais Prof. Wilson Kindlein Junior.

**REFERÊNCIAS**

BRITO, I. P; ALMEIDA, E. P.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R.; SILVA, V. J.; SANTANA, L. N. L. **Avaliação de novos depósitos de argilas do Estado da Paraíba** **visando sua aplicação como matérias-primas cerâmicas.** Cerâmica, n. 61, p. 391-398, 2015.

CARLOS, Elione Moura. **Obtenção e caracterização de engobes com adição de resíduos** **do mármore para revestimento cerâmico.** 2014. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2014.

JAPIASSÚ, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MELLO, A. S.; DOMINGOS, B. S. M.; MACHADO JUNIOR, W. A.; SILVA, C. F.; RIBEIRO, R. B. **Design e território:** contribuições interdisciplinares na análise do processo de confecção de artefatos cerâmicos na cidade de Cunha/SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 14, n. 4, 2018.

PARMELLE, C. W. **Ceramic Glazes** *-* CBI Publishing Company Inc, Third Edition, 386-418, Boston, USA, 1973.

PÉREZ, E. A. **Apuntes de esmaltes y colores cerámicos** - Instituto de Formación Profesional n. 2 de Castellón, Cerámica Industrial, Castellón, 1991.

PORTO, V. S.; SILVA, M. F.; CRUZ, T. B.; CAVALCANTI, M. S. L., SILVA, C. R. **Obtenção e avaliação das propriedades físico-mecânica de massas cerâmicas para grés sanitários utilizando resíduo de vidro plano em sua composição.** Revista eletrônica de materiais e processo, v. 7, p. 13-19, 2012.

RINALDI, Ricardo Mendonça. **A intervenção do design nas superfícies projetadas:** processos multifacetados e estudos de caso. 204p. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2013.

RODRIGUES, L. dos S; SILVA, J. C. ANGÉLICA, R. S; RABELO, A.A.; PORTUGAL FAGURY, R.L.R.; FAGURY NETO, E. **Avaliação tecnológica de cerâmicas tradicionais** **incorporadas com rejeito do minério de manganês.** Revista Cerâmica, n. 60, p. 580-585,2014.

SANTIS, B.C.; SICHIERI, E. P.; ROSSIGNOLO, J. A.; FERREIRA, G.; FIORELLI, J. **Caracterização de massas cerâmicas do estado de S. Paulo para produção de agregados leves para concreto.** Revista cerâmica, n. 59, p. 198-205, 2013.

SANTOS, G. R.; MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. **Ceram. Development a** **methodology for monitoring the evolution of ripening engobes during burn.** Ind. 12, v. 5,n. 22, 2007.

SCHWARTZ, A. R. D. **Design de superfície:** por uma visão projetual geométrica e tridimensional. 200p. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Universidade Estadual Paulista, 2008.

TOZI, N. **Smalti Ceramici** *-* Faenza Editrice Spa, Capitolo 8, Faenza,1992.

VIEIRA, C. M. F.; SOARES, T. M.; MONTEIRO, S. N. **Desenvolvimento de massas de** **revestimento cerâmico com argila caulinítica e nefelina sienito.** Cerâmica, v. 54, p. 184-192, 2008.