

Experimentações Analógico-Digitais no Design de Objetos Cerâmicos *Analog-Digital Experiments in the Design of Ceramic Objects*

Wadson Amorim, Maria Carmem Diniz & Fernanda Dolabella

design, cerâmica, tecnologia digital, artesanato, *fablab*

Este presente artigo apresenta os resultados alcançados no projeto de pesquisa “Experimentações Analógico-Digitais no Design de Objetos Cerâmicos”, realizado em 2018 com o fomento do Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPq) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). O estudo teve como objetivo apontar, a partir de práticas experimentais, as possíveis integrações entre processos analógicos e digitais para obtenção de objetos cerâmicos, de modo a verificar os benefícios, limitações e contribuições do Design para o projeto e produção de produtos artesanais integrados ao contexto produtivo do Movimento *Maker* em *Fablabs*. Para tanto, o artigo aborda os meios tradicionais na fabricação artesanal de objetos cerâmicos, a relação entre Design e Artesanato na contemporaneidade, contextualiza o fenômeno do Movimento *Maker* e suas ferramentas de prototipagem rápida bem como sua influência no setor produtivo, identifica e mapeia as tecnologias selecionadas para a prática experimental. O desenvolvimento do experimento é sistematizado em etapas desde a modelagem digital até a obtenção do protótipo em cerâmica numa metodologia de processo híbrido. O estudo busca promover um diálogo sobre o lugar do Artesanato e da tradição diante das novas formas de se pensar e de se produzir na contemporaneidade.

design, ceramic, digital technology, craftship, *fablab*

This paper presents the results achieved in the research project "Analog-Digital Experiments in the Design of Ceramic Objects", promoted by PAPq of the University of the State of Minas Gerais (UEMG) in 2018. The study had as objective to point out, from experimental practices, the possible integrations between analog and digital processes to obtain ceramic objects, in order to verify the benefits, limitations and contributions of the Design for the project and production of artisanal products integrated to the context of the Maker's Movement in Fablabs. In order to do so, the article deals with the traditional means in the manufacture of ceramic objects, the relationship between Design and Handicraft in the contemporary world, contextualizes the phenomenon of the Movement Maker and its rapid prototyping tools as well as its influence in the productive sector, identifies the technologies chosen for experimental practice. The development of the experiment is systematized in steps from digital modeling to the prototype in ceramic in a hybrid process methodology. The study seeks to promote a dialogue on the position of Crafts and its tradition in the face of new ways of thinking and producing in the contemporary world.

1 Introdução

As relações possíveis entre design, arte e artesanato, no contexto dos objetos cerâmicos, sugerem uma abordagem que combine a dimensão tecnológica, linguagens expressivas e aspectos culturais. A cerâmica é praticamente tão antiga quanto à descoberta do fogo. A história dos objetos cerâmicos começa quando foi percebido o endurecimento do barro próximo à fogueira o que desencadeou um processo de desenvolvimento de técnicas que permitiram ao ser humano armazenar e cozinhar os alimentos (Avello & Schmitt, 2013). Trata-se um processo rudimentar, realizado em várias etapas, assentado em bases tradicionais. Por isso, não deve ser encarado apenas como um conhecimento isolado, pois, desde os primeiros tempos e em quase todas as culturas, este ofício constituiu um elo importante no desenvolvimento das sociedades.

Anais do 9º CIDI e 9º CONGIC

Luciane Maria Fadel, Carla Spinillo, Anderson Horta, Cristina Portugal (orgs.)

Sociedade Brasileira de Design da Informação – SBDI

Belo Horizonte | Brasil | 2019

ISBN 978-85-212-1728-2

Proceedings of the 9thCIDI and 9thCONGIC

Luciane Maria Fadel, Carla Spinillo, Anderson Horta, Cristina Portugal (orgs.)

Sociedade Brasileira de Design da Informação – SBDI

Belo Horizonte | Brazil | 2019

ISBN 978-85-212-1728-2

Com o progresso da ciência e da tecnologia, outras aplicações foram dadas ao barro queimado, o que tem fomentado trocas culturais e econômicas até os dias de hoje. Os avanços no trato da argila viabilizaram produções em escala industrial e as mais diversas aplicações no cotidiano do homem moderno. Entretanto, no decorrer dos séculos, os modos de produção quase não sofreram alterações. É seguro afirmar que nenhuma outra ocupação teve tanta tradição, capacidade de inovação e possibilidades expressivas como a cerâmica (Frigola, 2002). Para Peterson (2003), os “objetos de barro” desempenham um papel que vai além do seu conceito de funcionalidade e utilidade. Sem dúvida, a linguagem cerâmica transcende o que lhe é dado como característica primordial, e se inscreve no universo do plural, uma vez que transita por inúmeros campos do saber (Culau, Moro, Balestreri & Poll, 2012).

Há diferentes maneiras de se trabalhar com a argila para se obter objetos cerâmicos. Cada tipo de argila tem suas peculiaridades de aplicação. Porém, esses processos ainda possuem uma baixa interação com tecnologias digitais na indústria brasileira (Iwakami, 2012). No que tange a produção artesanal, não foram encontradas referências que demonstrem possibilidades de se estabelecer essa relação. Neste contexto, o design de objetos cerâmicos pode promover o diálogo entre linguagens que, até então, pouco interagem: artesanato e tecnologia.

Na contemporaneidade, o design assumiu o papel incorporar as desafiadoras transformações pelas quais passa a sociedade para a inovação constante dos produtos, processos e serviços que provêm. Dessa maneira, ações do designer sobre um determinado contexto não podem ser interpretadas como recortes de eixos isolados. O design hoje tem a capacidade de promover o intercâmbio entre o espaço físico e o cultural, é tanto tecnológico, quanto comunicacional; interage com outros campos do saber em condições transversais. (Amorim, *et al*, 2016).

O designer contemporâneo se vê diante de um fenômeno que anuncia mudanças e altera estruturas nos ciclos de produção e de consumo. Trata-se de um cenário de rearranjo entre as relações de projeto, objeto, fabricação e empreendedorismo. Tais transformações são apresentadas pelo Movimento *Maker*: uma manifestação de criativos de diversas áreas na busca de experimentações e reapropriação da produção de objetos para fins diversos, guarnecidos e impulsionados por fatores como a democratização dos meios de produção, a aproximação entre as ferramentas digitais e materiais, além da abertura do processo criativo na internet (co-criação, colaboração) (Anderson, 2012). Os ambientes produtivos do Movimento *Maker* são, geralmente, os *Fablabs*: laboratórios de fabricação digital em espaços abertos para experimentações acessíveis com tecnologia compartilhadas. Este contexto apresenta-se como um território fértil para criadores de diversas áreas de desenvolvimento de produtos de design.

2 Design e Artesanato

O artesanato como produto cultural supre uma lacuna deixada pela produção industrial que é a da identificação e da individualização simbólica dos objetos. Sob um ponto de vista mercadológico, a valorização do artesanato como objeto de consumo passa a ser ao mesmo tempo uma fórmula contra o risco de extinção da atividade e uma forma de satisfação ao desejo gerado na sociedade pós-industrial (Silva, 2009).

Alguns pontos parecem ser frequentes nas discussões sobre o artesanato e o design no contexto contemporâneo, dentre eles os desafios de promover a inovação e, simultaneamente, valorizar a tradição (Krucken, 2012). O design não é unicamente forma, e a forma não é unicamente um atributo físico: ela inclui um conceito em que estão implícitos valores, tradições, ideias, condições materiais, ela é depositária de historicidade, de pensamento ou de imaginação humana. Nesse sentido, tanto o artesanato quanto o design são tradutores de elementos abstratos, comunicando-os de forma palpável, pois o design passou a se configurar como elemento básico que confere materialidade aos desejos e necessidades humanas de maneira mais ampla, assumindo

o papel incorporar as transformações pelas quais passa a sociedade para a inovação constante dos produtos, processos e serviços que provêm.

3 Materiais e processos produtivos da cerâmica artesanal

A tradição em manufacturar o barro através da modelação, acabamento e/ou cozedura foi iniciada no período neolítico (12000 a.C. a 4000 a.C.). Naquela época, com o surgimento da agricultura e do pastoreio, a transformação de uma peça de argila em cerâmica, ocorreu com função utilitária (vasos, jarras, etc.), sendo uma das primeiras ocorrências de uma atuação consciente e criativa. Após séculos de desenvolvimento, o processo não sofreu alterações em suas técnicas básicas, que consiste em obter a pasta cerâmica, modelar, decorar e cozer.

Aspectos materiais

As cerâmicas artesanais apresentam propriedades físicas que podem ser controladas pela seleção e porcentagens das matérias-primas durante o desenvolvimento da massa. É fundamental o controle das substâncias componentes em busca de maior qualidade.

Na cerâmica artesanal a preparação da massa, em geral, é feita de forma empírica. Através de uma fórmula ideal, são conseguidos plasticidade para a modelagem e ponto de fusão, além de garantir resistência mecânica durante a queima. Alguns elementos são encontrados em quase todos os tipos de pasta cerâmica, cada um é inserido para desempenhar uma função. O quartzo, por exemplo, funciona como um redutor da plasticidade, o feldspato e o carbonato de cálcio atuam como elementos determinantes do ponto de fusão. Os principais tipos de pastas são: Terracota, Caulim, Faiança, Porcelana, Barbotina (argila líquida) para colagem e Barbotina (argila líquida) para enchimento.

Processos de modelagem

- Manual: principais técnicas – cobrinhas/ beliscões ou técnica de aperto (*pich pot*)/ placas. No processo manual, ferramentas de desbaste e conformação, como rolos de massa, ripas de madeira, espátulas, estecas, garrotes, lonas e esponjas são bastante usadas.
- Torno: técnica anterior a 2000 a.C.. Consiste em modelar o barro a mão enquanto este gira em torno de seu eixo central sobre um prato ou bandeja (torno). É necessário uso de argila muito plástica e macia para este fim (Penido e Costa, 1999).
- Molde: A técnica emprega a barbotina e é feita com molde de gesso. A confecção do molde começa com a criação uma peça maciça cuja silhueta pretende-se copiar, podendo ser feita em diferentes materiais, como argila, madeira, plástico, etc. Após a confecção do molde em gesso e de sua secagem, a barbotina é vertida dentro deste molde e sua água é absorvida pelo gesso. Assim, uma parede de argila se forma em torno do molde formando a peça desejada. O passo-a-passo detalhado desta técnica será apresentado no desenvolvimento desta pesquisa.

Secagem, queima e acabamentos

Secagem

É parte importante do processo de execução de uma peça cerâmica. Deve ser realizada lentamente e de maneira uniforme. Peças que não passaram pelo processo de perda de água de forma correta correm o risco de rachar, empenar ou mesmo quebrar durante a queima de biscoito. O chamote é um biscoito (argila já queimada) que pode ser incorporado à argila crua para ajudar no processo de secagem e conferir mais resistência a peça (Penido e Costa, 1999).

Queima

O processo de queima apresenta variedade tanto aos tipos de fornos e quanto aos níveis de temperatura. Quanto aos fornos:

- Fornos a gás natural: são mais econômicos e apresentam variedade atmosférica durante a queima. São volumosos e precisam de chaminé;
- Fornos elétricos: por resistência elétrica, são os de uso mais simples por serem compactos, inodoros e de fácil limpeza. Dos processos de queima, este é o mais controlado. Chegam a 1360°C;
- Fornos a lenha: de queima muito lenta e requer bastante trabalho. Estes fornos apresentam grande variação de pressão e temperatura não existindo muito controle de parâmetros por isso o resultado da queima é surpreendente o que atrai muitos ceramistas.

A primeira queima que a peça sofre é a chamada queima de biscoito que não deve passar de 900°C. É neste processo que a argila transforma-se em cerâmica, entre 500°C e 600°C. Após esta queima lenta, a peça encolhe pela perda da água química e segue muito porosa e frágil, porém pronta para a esmaltação.

A temperatura da segunda queima varia de acordo com a utilidade da peça e com o tipo de esmalte que receberá, pode ser baixa (cerca de 1000°C), média (1200°C) e alta (entre 1200°C a 1320°C) (Penido e Costa, 1999).

Esmaltes e vernizes

Os ceramistas procuram desenvolver novas misturas de esmaltes obtendo colorações muitas vezes únicas. Esta é uma maneira de determinar um estilo próprio, e fazer do esmalte uma marca registrada.

Quase todos de origem mineral, os esmaltes têm o acabamento impermeável, que terão suas características finais determinadas a partir de um cálculo de proporção. O químico alemão, Seger, classificou os óxidos presentes nos esmaltes em três grupos: óxidos fundentes (básicos), óxidos neutros e óxidos ácidos, e criou uma fórmula que determina a porcentagem de cada óxido necessária para converter em uma receita. Estes óxidos com substâncias vitrificantes e aglutinantes, irão determinar uma série de vernizes que podem ser classificados de várias formas: quanto ao brilho, à textura, à transparência, a função, à atmosfera do forno, à temperatura, dentre outras.

Engobe

O engobe é outro tipo de pigmento muito utilizado para colorir a cerâmica. Constituí-se a partir da mistura de um óxido corante, fundentes e da própria argila, diluídos em água. A aplicação do engobe é feita na pasta cerâmica crua, um pouco úmida, podendo ser retocada antes da queima.

4 Tecnologias para a fabricação digital

A fabricação digital, e especialmente a impressão 3D, é um campo emergente que está abrindo novas possibilidades para design, arte e artesanato. As tecnologias de modelagem tridimensional auxiliam significativamente na criação e desenvolvimento de novos produtos. Os equipamentos de impressão 3D interpretam as coordenadas do objeto virtual e as transforma em um objeto real, geralmente em resina ou metal, através de máquinas que executam uma “impressão” tridimensional depositando camadas de material, no processo inverso ao da tomografia, ou por meio de vários eixos de fresas, que esculpem o modelo a partir de um bloco de material (Amorim & Teixeira, 2007).

Apesar das interfaces cada vez mais simples dos softwares, os métodos que o computador utiliza para construção de um modelo virtual são totalmente compostos por

uma série de equações e algoritmos que tornam possível a visualização de um mundo realmente tridimensional em uma tela bidimensional (Gorni, 2001).

Atualmente, os programas comerciais de CAD-3D são considerados essenciais para o desenvolvimento rápido de novos produtos. Os modelos tridimensionais trazem diversas vantagens para o ambiente de projeto, dispensando uma audiência tecnicamente qualificada para a visualização e interpretação. Isso porque esses modelos anulam o esforço cognitivo de se interpretar palavras ou imagens bidimensionais e imaginar a forma final do produto. Esta é apresentada diretamente ao espectador.

Os modelos 3D digitais possibilitam a obtenção de qualquer vista ou detalhe para avaliação do produto de maneira muito rápida. Eles também são facilmente editáveis, permitindo pequenas ou grandes modificações sem a necessidade de se refazer todo o projeto. Uma das principais vantagens na utilização dos sistemas de CAD-3D está na interatividade com outras áreas. O modelo pode ser utilizado para calcular o volume, as propriedades de massa e momentos de inércia, realizar montagens, verificar interferências, gerar desenhos de fabricação, simular o comportamento físico e mecânico, prototipagem rápida, e a usinagem por CNC, dentre outros.

A impressão 3D

A impressão tridimensional é um tema amplamente difundido atualmente, permitindo que os designers concretizem rapidamente suas ideias. Os artefatos projetados digitalmente são reprodutíveis: pode-se sempre fazer outra cópia idêntica de um objeto impresso em 3D. Este estilo de produção está em contraste com o artesanato tradicional, onde os artefatos são produzidos individualmente, e a repetição do mesmo desenho é quase impossível.

Os tipos mais comuns de impressão são:

- Modelagem por fusão ou depósito (FDM) – é a tecnologia de impressão 3D mais popular pela sua simplicidade e preço acessível. Em sua maioria é baseada na extrusão de termoplásticos. A impressora é formada por um cabeçote que se movimenta nos eixos x e y, e por uma plataforma responsável por transladar verticalmente (eixo Z). O injetor de material aquece e puxa o filamento plástico que fica enrolado em uma bobina. O material passa através dos bicos extrusores situados no cabeçote para, então, ser depositado na plataforma. Uma de suas características é a economia de material utilizado.
- Sinterização seletiva a laser (SLS) - é um processo que constrói objetos tridimensionais pela superposição de camadas homogêneas de polímeros em pó. A tecnologia utiliza equipamento mais robusto que a FDM e possui boa resistência mecânica e térmica.
- Estereolitografia (SLA) - Assim como a Sinterização Seletiva, a SLA utiliza-se de laser para endurecer as camadas, porém o objeto é formado pelo endurecimento de resina líquida.

5 Movimento *Maker* e os Laboratórios de Fabricação Digital (*Fablab*)

O Movimento *Maker*, fenômeno surgido na primeira década do século XXI, pode ser definido como uma nova dinâmica de produção, pautada por alguns fatores como: a descentralização e democratização dos processos produtivos, desenvolvimento de ferramentas para fabricação digital e cultura de co-criação. Aspectos que apresentam novas possibilidades de arranjos econômicos e culturais baseados nos valores provenientes da web que, passam a ser aplicados no mundo material, isto é, um esquema produtivo aberto, acessível e empreendedor assim como as práticas virtuais (Hatch, 2013).

Esta conjuntura está sendo construída gradativamente por uma comunidade horizontal ao redor do mundo - saturada do sistema de consumo isolado da produção. Com isso, foi desencadeado um processo de apropriação de ferramentas para uma produção e

prototipagem facilitada e mais barata, concebendo tecnologias como as impressoras 3D. No Movimento *Maker* a operabilidade é majoritariamente digital, seus produtos são elaborados em computadores para depois serem fabricadas pelas máquinas. Dessa maneira o movimento expande a possibilidade de um projeto ser iniciado em bits (virtual), ter uma fabricação amigável e simplificada em computadores, e ser finalizado em átomos (material) (Anderson, 2012).

Os ambientes produtivos do Movimento são, geralmente, os *Fablabs*: laboratórios de fabricação digital para experimentações acessíveis com tecnologia compartilhada. Eles fazem parte de uma rede mundial criada em 2011 no Centro de Bits e Átomos, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), nos Estados Unidos (Anderson, 2012). Atualmente, a *Fab Foundation* está no comando da rede, espalhada em mais de 100 países. Cerca de 70 *Fab Labs* encontram-se no Brasil.

Estes laboratórios têm em comum a oferta cinco equipamentos básicos: uma impressora 3D, uma cortadora a laser, uma cortadora de vinil, fresadora de pequeno formato e outra de grande formato. Além disso, para que um *Fab Lab* faça parte da rede, é necessário cumprir os seguintes fundamentos:

- Abrir as portas à comunidade pelo menos uma vez por semana, com entrada gratuita;
- Compartilhar ferramentas e processos com outros laboratórios do país;
- Participar ativamente da rede por meio de videoconferências e encontros presenciais.

De maneira geral, a lógica que opera nesses espaços é que os mesmos sejam agentes da democratização dos meios de produção. Portanto, o trânsito de artesãos no ambiente dos *Fab Labs* pode contribuir para a inovação no desenvolvimento de seus produtos.

6 Desenvolvimento

O design nesta pesquisa é tratado como mediador entre artesanato e tecnologia. Para a sua realização foi estabelecido uma lógica baseada nos conhecimentos de projeto e nos experimentos manuais e virtuais realizados no Laboratório de Experimentações da Universidade do Estado de Minas e no Faz *Makerspace*, *Fab Lab* com sede em Belo Horizonte.

A realização dos experimentos foi dividida em 5 etapas:

1. Identificação de processos e tecnologias passíveis de combinação no contexto dos *Fab Labs* e da produção artesanal de objetos cerâmicos;
2. Modelagem tridimensional virtual de objetos para serem reproduzidos em cerâmica;
3. Impressão de modelos tridimensionais em um ambiente de *Fab Lab*;
4. Confecção de formas a partir dos modelos tridimensionais impressos;
5. Produção de objetos cerâmicos a partir das formas confeccionadas.

Identificação de processos e tecnológicas a serem combinadas

O *FabLab Faz Makerspace* foi escolhido pela disponibilidade de máquinas e pela disposição dos funcionários em solucionar dúvidas técnicas. As duas impressoras disponíveis operam por FDM, a *Printrbot* e a *Presto*, ambas de pequeno porte e alimentadas por filamentos ABS ou PLA. As limitações das máquinas afunilaram os parâmetros do projeto e as peças poderiam ter, no máximo, 12cm x 12cm para serem impressas na *Printrbot* e 15cm x 15cm para serem impressas na *Presto*.

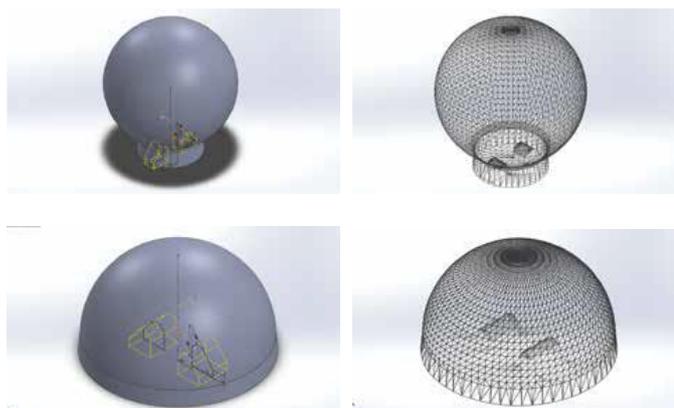
Optamos por fazer duas peças de geometria simples, uma meia esfera de 10cm x 9cm (diâmetro X altura) e uma esfera (com suporte) de 14,5cm x 15,5cm. Aproveitamos também para escolher formas que gerassem tipos diferentes de moldes, outro fator enriquecedor para a pesquisa e experimentação.

Ambas foram impressas em PLA, que é um poliéster termoplástico feito de fontes renováveis como milho, mandioca, beterraba e, por isso, é biodegradável, compostável e reciclável e sem nenhum tipo de resíduo tóxico. Associamos a produção da peça piloto à técnica de molde com replicação em barbotina, para que pudéssemos comparar diferentes testes.

Modelagem tridimensional virtual dos objetos

Uma vez que a forma foi definida, optamos pela modelagem digital no software SolidWorks, que além de ser intuitivo, atende muito bem tanto demandas complexas quanto as mais básicas. O SolidWorks baseia-se em computação paramétrica, criando formas tridimensionais a partir de operações geométricas elementares. A criação de um sólido ou superfície geralmente começa com a definição de um sketch 2D que depois é transformado num modelo tridimensional. É o software mais indicado para modelagem de sólidos e, além disso, possui uma versão mais barata do que outros softwares que desempenham papéis similares.

Figura 1: Processo de modelagem no SolidWorks



Impressão dos modelos tridimensionais

Para um maior aproveitamento da experiência, imprimimos cada peça em uma impressora e também optamos por filamentos de cores distintas afim de experimentar diferentes visualizações do material.

Figura 2 e 3: Impressão da meia esfera na impressora Printrobot

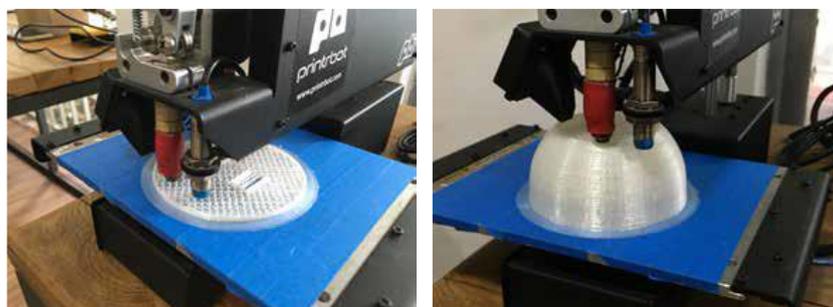


Figura 4 e 5: Impressão da esfera na impressora Presto



Figura 6: Peças tridimensionais impressas em PLA



Confecção das formas em cerâmica

A partir dos modelos impressos, estudamos os moldes que seriam adequados para cada geometria. A meia esfera pôde ser copiada em molde simples, já a esfera completa, por ser uma forma sem ângulos de saída, demandou um molde bipartido.

Decidimos por não dar qualquer acabamento às peças, para que as marcas da impressão pudessem aparecer como um documento do processo de interação. Assim, o molde simples é executado:

- Fixa-se o modelo em uma superfície impermeável;
- Unta-se o modelo com vaselina;
- Cria-se uma parede vedada para o molde (nesse caso, acetato);
- Despeja-se o gesso (preparado na proporção 1kg de pó para 800ml de água) com auxílio de uma peneira; Esperou-se a secagem parcial do molde e então retira-se as paredes. Depois de seco, retira-se o modelo interno.

Figuras 7,8,9 10: Confeção do molde gesso da meia esfera (Fonte: autores)



O molde bipartido apresenta uma complexidade maior e foi feito seguindo os passos:

- Fixa-se com o modelo na parede de uma caixa, deixando um espaço de sobra tanto acima quanto abaixo do modelo;
- Unta-se o modelo com vaselina;
- Veda-se a caixa para que o gesso não vazasse;
- Despeja-se o gesso através de uma peneira até a metade do modelo;
- Espera-se a secagem parcial do molde e então cavam-se guias. Neste momento é necessário untar a superfície do gesso que receberá a outra parte do molde;
- Despeja-se mais gesso até completar o molde. Após a secagem parcial do gesso, retira-se as paredes de acetato. Depois de seco, retira-se o modelo interno.

Produção dos objetos em cerâmica a partir das formas confeccionadas

Depois do molde totalmente seco, despeja-se a barbotina até a borda oca do molde e observa-se a espessura se formar de acordo com o tempo que a argila passa dentro do molde. No caso dessa pesquisa, experimentamos espessuras variadas, em tempos e condições climáticas diferentes.

Assim que a espessura estiver adequada ao propósito do objeto, despeja-se o resto da barbotina em um recipiente para que seja reutilizada e então deixa-se o molde apoiado em ripas de madeira por alguns minutos até que escorra todo excesso. Limpa-se a borda do molde e espera-se que a peça seque parcialmente dentro dele, isso evita deformações e protege a peça.

Figuras 11, 12 e 13: Processo de confecção da meia-esfera em barbotina (Fonte: autores)



Não existem muitas diferenças entre o enchimento dos moldes simples e bipartido, pois o gesso age da mesma forma. Entretanto, o molde de duas partes tem que ser atado por um elástico bastante apertado, para que não vaze argila entre as partes.

Figura 14: Molde simples e bipartido em uso



Aproveitando a liquidez da argila, foram feitos alguns testes misturando engobe e barbotina e despejando um pouco dessa mistura no molde antes de completá-lo com barbotina pura, para conseguir uma superfície marmorizada.

Figura 15: Peças marmorizadas com engobe antes da primeira queima (Fonte: autor)



Quando as peças estão totalmente secas, é o momento de cozê-las. A queima de biscoito dura em torno de 6h e vai a 980°C. Depois dessa primeira queima, aplica-se esmaltes desejados que serão vitrificados em uma segunda queima. Testamos esmaltes de alta (1220°C) e baixa temperatura (980°C).

Figura 16: Peças biscoitadas (Fonte: autores)



Queima em baixa temperatura

A queima de baixa temperatura resulta numa cozedura mais branda e, portanto, a peça ainda apresenta porosidade. A cor da argila fica mais clara comparada aos resultados da queima de alta temperatura e as peças têm finalidade exclusivamente decorativa. Testamos dois esmaltes indicados para esta queima:

- “Turcomate” ECP-6309E (opaco)
- “Azul Chinês” ER-1029 (brilhante)

Neste ponto, as peças apresentaram um encolhimento de 1cm, ou seja, 10% de seu diâmetro total.

Figura 17: Peças queimadas em baixa temperatura (Fonte: autores)



Queima em alta temperatura

Os resultados da queima de alta temperatura apresentaram algumas diferenças. As peças encolheram 1,5cm, ou seja, 15% de seu tamanho total. Além disso, apresentam a coloração mais intensa do que as peças de baixa temperatura. Os esmaltes escolhidos para esta queima foram:

- “Azul pavão” ECP2703E (reativo)
- “Azul flutuante” (s/ código) (reativo)

Devido à sinterização dos esmaltes e à compactação dos poros da argila pela queima de 8h até 1220°C, estas peças podem ser usadas como utilitários.

Figura 18: Peças queimadas em alta temperatura



Os resultados ilustram satisfatoriamente a interação entre processos artesanal e digital. Verificamos que é possível o hibridismo entre os dois fazeres e que, apesar de terem naturezas diametralmente opostas, fundiram-se em um só. Assim constatamos também a generosidade dos processos manuais no sentido de que, por mais tradicional e milenar que a cerâmica seja, ela responde bem à linguagem digital.

7 Considerações Finais

A impressão 3D contemporânea e o artesanato tradicional raramente se encontram no mesmo projeto criativo. Este trabalho defende a fusão dessas duas vertentes. As experimentações apresentadas atestam a importância de se pensar os impactos das novas tecnologias de fabricação digital no desenvolvimento de produtos artesanais cerâmicos.

A integração de processos analógicos e digitais no design de objetos cerâmicos pode resultar numa redução significativa no tempo de desenvolvimento, um melhor aproveitamento dos materiais, aumento na qualidade do produto e, conseqüentemente, redução de custos. No entanto, esses sistemas devem ser considerados apenas como uma ferramenta de apoio aos artesãos sem nunca prescindir do potencial criativo inerente à condição humana e à tradição artesanal.

A busca por um diálogo entre a prática digital e o artesanato tradicional, une qualidades para criar um território híbrido. Os objetos cerâmicos híbridos propostos neste trabalho misturam artesanato e tecnologia, sugerindo novas formas de pensar e produzir na contemporaneidade. Enquanto os elementos plásticos impressos em 3D contribuem para a estética precisa, as etapas de produção manual comunicam um apelo gestual único. Essa é uma discussão que precisa alcançar dimensões mais profundas sobre o artesanato e o design inseridos da fabricação contemporânea.

Referências

- Amorim, W., Mol, A., & Teixeira M. B. (2016). *O design colaborativo na sustentabilidade de uma pequena unidade produtiva*. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Blucher Design Proceedings, v. 9, n. 2. São Paulo: Blucher, p. 1030-1040.
- Amorim, W., & Teixeira M. B. (2007). *Integração de Tecnologias na Fundição Simulada de Joias de Ouro*. In: Actas de Diseño, v. 2, n. 4. p. 145-147.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. New York: Crown.

- Avello, A.S., & Schmitt, D. V. (2013). *Por uma história moldada na argila: O uso de oficina de cerâmica para conhecer diferentes culturas*. In: Revista Latino- Americana de História, v. 2, n. 6.
- Borges, A. (2011) *Design + Artesanato*. São Paulo: Editora Terceiro Nome.
- Castro, M. L. (2009) *Entre arte e indústria: o artesanato em suas articulações com o design*. In: Revista Espaço Acadêmico, n. 102. Novembro.
- Chavarría, J. (2004). *A Cerâmica*. Lisboa: Editorial Estampa, 2004.
- Culau F. I., Moro C., Balestreri L. V., & Poll M. G. (2012) *Sustentabilidade: uma proposta de possibilidades estéticas e funcionais entre as linguagens do design e da cerâmica*. In: *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 125-140, 2012.
- Dormer, P. (1995). *Os significados do design moderno – A caminho do século XXI*. Portugal: Centro Português de Design. 1995.
- Freitas, A. L. C. (2011) *Design e Artesanato – uma experiência de inserção da metodologia de projeto de produto*. São Paulo: Editora Blucher.
- Frigola, M. D. (2002) *I. Cerâmica*. 1. ed. Lisboa: Editorial Estampa.
- Gorni, A. A. (2001) *Introdução à prototipagem rápida e seus processos*. In: Revista Plástico Industrial. São Paulo, p. 230-239.
- Hatch, M. (2013). *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw Hill Professional.
- Iwakami, M. S. (2012) *Design cerâmico e prototipagem rápida: novas possibilidades para o arranjo produtivo local de louças de Campo Largo-PR*. Dissertação (Mestrado em Design) – UFPR, Curitiba.
- Krucken, L. (2012). *A re-descoberta do lugar e do artesanato*. In: Albino, C. (Org.) *Design, Artesanato & Indústria (Design, Artisanhip & Industry)*. Guimarães: Fundação Cidade de Guimarães v. 1, p. 22-30.
- Monteiro, M. T. F. (2015). *A impressão 3d no meio produtivo e o design: um estudo na fabricação de jóias*. Dissertação (Mestrado em Design) – UEMG, Belo Horizonte.
- Moreira, F. (2014). *O uso de modelos físicos na indústria cerâmica durante o processo de desenvolvimento de projeto de produto e as possibilidades da inserção de tecnologias digitais nesse processo – estudos de casos*. Dissertação (Mestrado em Design) – USP, São Paulo.
- Nicolau, R. (2013). *Zoom: design, teoria e prática*. João Pessoa: Ideia.
- Nugraha, A. (2012) *Transforming Tradition – a method for maintaining tradition in a craft and design context*. Helsinki (Finland): Aalto University.
- Penido, E., & Costa, S. (1999). *Oficina: cerâmica*. Rio de Janeiro: Ed. Senac Nacional.
- Peterson, S. (2003). *Trabajar el Barro*. Bracelona: Editora Blum.
- Takagaki, L. K. (2012). CAPÍTULO 3. *Tecnologia de Impressão 3D*. In: Revista Inovação Tecnológica, São Paulo, v. 2, n. 2, (p. 28 – 40), dez. ISSN 21792895.
- Volpato, N. (2007). *Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Zoran, A., & Buechley, I. (2013). *Hybrid Reassemblage: An Exploration of Craft, Digital Fabrication and Artifact Uniqueness*. In: LEONARDO, Vol. 46, No. 1, (pp.4–10).
- Zhai, Y., Lados, D. A., & Lagoy, L. J. (2014). *Additive Manufacturing: Making Imagination the Major Limitation*. In: The Journal of the Minerals, Metals & Materials Society, v.66, n. 5, p. 808-816, março.

Sobre o(a/s) autor(a/es)

Wadson Amorim, Me., UEMG, <wadsonamorim1@gmail.com>

Maria Carmem Diniz, UEMG, <mcarmenn@live.com>

Fernanda Dolabella, UEMG, <feclid@yahoo.com.br>