DESIGN DE LOUÇA DE MESA: O USO DA PROTOTIPAGEM RAPIDA NA EXECUÇÃO DE MODELOS JUNTO AO APL DE LOUÇAS E PORCELANAS DE CAMPO LARGO/PR

D. M. P. FERNANDES
Departamento de Design da UFPR
Rua General Carneiro 460, sala 821 80060-050 Curitiba PR
dulcefernandes@onda.com.br
V. B. KISTMANN
Programa de Pós-Graduação em Design da UFPR Rua General Carneiro sala 813, 80 060-050 Curitiba PR

RESUMO

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que teve como objetivo a avaliação dos resultados da aplicação da prototipagem rápida como técnica para a execução de modelos para a indústria produtora de louça de mesa e objetos de decoração. Ela se insere no contexto de uma pesquisa mais ampla que trata da inclusão do design junto às MPEs da região de Campo Largo-PR, com base na incorporação de equipamento para moldagem com massa líquida sob pressão. Segundo a literatura, a prototipagem rápida permite a execução de moldes mais complexos, de difícil execução manual. Neste sentido, considerou-se que a introdução desta técnica poderia contribuir para reforçar as posições estratégicas das empresas. Para validá-lo foram explorados novos formatos, com design diferenciado, visando os mercados nacional e internacional.

Palavras-chave: design cerâmico, gestão do design para as MPEs, design e prototipagem.

1. INTRODUÇÃO

Em Campo Largo-PR, um APL de Louças vem sendo pouco a pouco formalizado. A localidade, conhecida como Capital da Louça, com o apoio do Senai e da participação de instituições de ensino superior, como a Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, a Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG e a Universidade Federal do Paraná- UFPR, vêm aos poucos transferindo conhecimento e tecnologia às empresas, visando a melhoria de sua competitividade, tendo como uma proposta o desenvolvimento e a utilização de uma máquina de injeção de massa cerâmica líquida sob pressão (CERRI, 2005).

Nesse contexto, um dos aspectos que impedem o fortalecimento do APL de Louças de Campo Largo é o baixo grau de incorporação de novas tecnologias que vem deixando as empresas à margem do mercado nacional e internacional, principalmente frente à competitividade de produtos oriundos do mercado asiático (FERNANDES, et al, 2009). Estudos anteriores demonstram sua dificuldade em passar de um estágio em que o design constitui-se uma atividade estranha a outro em que ele é plenamente incorporado (FERNANDES, 1998; KISTMANN, 2001; PELANDA JR, R. et alli, 2003).

Atualmente nas empresas do APL de Louças de Campo Largo, para a execução dos moldes no processo tradicional, é construído um modelo em argila, gesso ou outro material de baixa porosidade, do qual são retiradas as matrizes. Com estas são produzidas madres, que posteriormente geram os moldes que vão receber a massa cerâmica, que pode estar na forma líquida ou pastosa (MADEIRA, 2008). Os modelos são em sua grande maioria gerados por ex-funcionários, aposentados, de grandes empresas do ramo, que possuem habilidade manual, especialmente com o torno (PELANDA JR, R. et alli, 2003).

Os principais problemas desse processo são: as peças complexas demandam uma habilidade manual elevada, tomam muito tempo para a execução, se restringem na maioria dos casos a peças de revolução ou que podem ser construidas com auxílio de gabaritos, além de gerar um impacto ambiental extra pelo descarte do gesso. Ele também exige que o modelista detenha a compreensão de desenhos técnicos, cálculos de retração das massas cerâmicas, esforços na peça durante a queima, entre outros.

Como resposta a esse tipo de problemas e para integrar e facilitar o processo de comercialização, produção e design é que surgiu a prototipagem rápida. De modo

geral, ela se apóia em um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos diretamente a partir de fontes de dados gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador (CAD).

Segundo Volpato (2007), o termo prototipagem é utilizado erroneamente. Ele foi utilizado logo que essa técnica surgiu, sendo aplicada inicialmente na produção de peças visando uma primeira materialização de idéias (protótipos), sem muitas exigências em termos de resistência e precisão. Atualmente, porém, essa técnica beneficia vários setores, produzindo peças de precisão, pela integração desenho e fabricação (CAD/CAM) e em alguns casos também produzindo peças funcionais imediatamente comercializáveis.

No setor cerâmico ela vem sendo introduzida gradativamente e atualmente ainda encontra muita resistência no APL de Louças e Porcelanas de Campo Largo, que ainda utiliza uma administração preponderantemente familiar, onde os processos tradicionais são executados por modelistas. Estas fábricas, muitas vezes pequenas, não possuem suficientes recursos para este investimento e conhecimento técnico (ECKER; PELANDA; SERBENA, 2004).

A prototipagem rápida voltada à indústria de louça de mesa e objetos de decoração permite a execução de modelos, moldes e/ou matrizes que podem apresentar as seguintes vantagens: possibilidade de realização de testes virtuais, como, por exemplo, a verificação de pontos de tensão na estrutura da peça, eliminação do modelo em gesso, modificações e ajustes no desenho ainda no computador, arquivo digital do modelo digital, permitindo sua rápida recuperação em caso de execução de novos moldes, além de execução de peças complexas, com eixos de simetria deslocados (PROTODESIGN, 2010). Além da possibilidade de obter com maior facilidade produtos com formas orgânicas, relevos, recortes e rebaixos. Para a empresa Protodesign, suas vantagens também podem ser observadas na redução e rapidez de etapas na introdução do processo informatizado, em comparação ao método tradicional.

Aplicada à produção de peças a base de polímeros, considera-se que a prototipagem rápida apresenta vantagens tais como: precisão na reprodução dos desenhos gerados, menor tempo para a produção, entre 70% e 90%, redução no espaço físico das empresas quando elimina a execução de modelos e redução no custo final do projeto, com uma redução no custo dos modelos da ordem de 75%.

(GORNI, 2010) Esses dados, no entanto, não são apresentados de modo claro, com respeito à sua utilização no caso da produção cerâmica.

Além disso, para Gorni (ibid), a utilização da prototipagem rápida, quando aplicada na área dos polímeros pode eventualmente provocar um aumento dos custos diretos de projeto, que pode ser compensado pela redução de tempo e, conseqüentemente, em lucro, advindo de uma resposta mais ágil junto ao mercado (ibid). Porém, esse mesmo autor também destaca que os aparentes incrementos no custo final do produto podem traduzir-se em lucros globais: paralelamente, a realização rápida de protótipos pode constituir um suporte às ações de marketing e mesmo um precioso auxiliar a comercialização dos produtos. Em muitos casos, é mesmo a partir do protótipo que se realizam as pré-séries e mesmo as próprias peças definitivas.

Nos processos de prototipagem rápida, os modelos podem ser obtidos por adição ou subtração de material, a partir da execução de desenhos em computador. O termo "rápido" associado a esses processos, no entanto, é relativo. A construção desses protótipos pode levar de 3 a 72 horas, dependendo do tamanho e da complexidade do objeto. Ainda assim, se considera que, no caso de modelos em aço, esses são bem mais rápidos que os métodos tradicionais, tais como usinagem, que podem requerer dias ou mesmo meses para fabricar um único protótipo (ibid).

ECKER et alli (2003) aponta o aspecto da produção de moldes como um ponto central para a melhoria da inserção do design junto ao setor cerâmico, especialmente no que se refere à produção de louça de mesa e objetos de adorno. Este aspecto é determinado, em parte, pela carência na capacitação profissional específica, no caso do APL de Louças de Campo Largo-PR. Quando da inserção do design no processo, este fato se agrava, pois os profissionais de design não dispõem de formação para a execução de moldes, já que não dispomos de curso superior de design cerâmico. Além disso, podemos também destacar as dificuldades dos profissionais em design no uso desta tecnologia, pois, embora se encontrem familiarizados com técnicas de desenho, não possuem experiência em sua formação na conversão dos desenhos de estudo para o desenho para a prototipagem.

No campo cerâmico a prototipagem rápida encontra-se em estágio já usual em países tais como a Inglaterra e a China. Porém, no Brasil, ela ainda é pouco utilizada (Figura 1).

Fig. 1. Produtos produzidos pela técnica de prototipagem rápida. Fonte: HOLARIA: 2010.

Neste sentido, considera-se que a prototipagem rápida constitui-se em uma ferramenta de projeto que possibilita a melhoria do desempenho geral e especificamente no campo do design junto ao setor cerâmico e, particularmente, junto ao APL de Louças de Campo Largo-PR. Principalmente tendo em vista que a execução de modelos pela falta de profissionais especializados, vem sendo uma das restrições principais ao lançamento de novos produtos e o uso desta nova tecnologia favoreceria uma oferta de novos produtos com maior variedade e qualidade (PELANDA JR, R. et alli, 2003).

As técnicas de prototipagem aplicadas para a ferramentaria rápida podem ser divididas em duas classes principais: a ferramentaria indireta e a ferramentaria direta. No primeiro caso, os protótipos são feitos usando-se as técnicas de prototipagem rápida e usados como modelos para se produzir moldes e matriz. Tais modelos podem ser usados em vários processos de manufatura. A segunda, permite produzir diretamente ferramental com alta dureza diretamente de arquivos CAD (GORNI,2008). Além disso, classificam-se os métodos como aditivos e subtrativos, sendo ambos passíveis de serem usados para a execução de moldes cerâmicos. Porém, o método subtrativo vem sendo mais usualmente utilizado no setor cerâmico no Brasil.

Dentre os métodos aditivos, encontramos o denominado Manufatura de Objetos em Lâminas (LOM - Laminated Object Manufacturing) na execução de modelos cerâmicos, como observada na figura 2 (LINO,J.;NETO, R. J.: 2000 e 2003). Ela consiste na utilização de peças cortadas, por meio de um feixe de laser, coladas sucessivamente. Em geral, os modelos são fabricados colando folhas de papel, de espessuras de 0.1mm, 0.15mm e 0.20mm cortado em quadrados ou retângulos, para facilitar a posterior remoção do modelo do bloco de papel.

Fig. 2. Peças produzidas pela técnica LOM. Fonte: LINO,J.; NETO, R.J.: 2000 e 2003.

Dentre os métodos subtrativos, encontramos a usinagem, o fresamento, a furação e o torneamento entre outros. No caso da produção de modelos para a produção de moldes cerâmicos o processo subtrativo é o mais utilizado (Fig. 3). Neste caso, o tamanho final do modelo é limitado pela dimensão dos eixos de usinagem, x,y e z.

Fig 3. Modelo produzido pelo método subtrativo e peças posteriormente obtidas, junto ao Laboratório de Cerâmicos e ao Núcleo de Gestão do Design da UFPR. Fonte: KISTMANN, V. B. et alli: 2009.

Na pesquisa aqui apresentada foi realizado um estudo teórico analítico sobre a introdução experimental do processo de confecção de modelos em prototipagem rápida na geração de uma linha de louça de mesa e objetos de adorno para o APL de Louças de Campo Largo-PR. Foi considerado o uso da prototipagem rápida para o desenvolvimento das peças, visando aumentar a qualidade dos produtos, reduzir custos do processo e impacto ambiental, e principalmente permitir construir peças diferenciadas. Teve por objetivo verificar na prática os resultados da aplicação desta tecnologia, tomando por base o resultado final da peça, em termos das vantagens apresentadas na literatura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

De forma a atender aos objetivos gerais acima definidos, a pesquisa realizada apresenta uma discussão teórica sobre o resultado do desenvolvimento de um projeto em que uma "linha de mesa" foi desenvolvida para sua validação.

Ela se apóia em um método de pesquisa de caráter aplicado, tendo sido para tanto firmada uma cooperação com as empresas Protodesign, que confeccionou os modelos, e Cerâmica Brasília, que executou os moldes em gesso e as peças.

Partiu de uma revisão inicial da literatura, apresentada no capítulo de introdução, seguida por um estudo analítico, em que as variáveis qualidade e tempo de trabalho foram analisadas, em comparação com o processo tradicional. Os produtos desenvolvidos foram gerados por bolsistas, alunos do curso de design de produto da UFPR, que participaram de todo o processo. Para tanto foram utilizados computadores com os programas *Rhinoceros*, *Solid Works*, para construção e *Vray para Rhinoceros,* para a renderização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base em pesquisa preliminar realizada junto a empresas nacionais e internacionais (FERNANDES, et alii 2009) e junto ao mercado foi formulado um *briefing*[1], que definiu como requisitos de projeto a geração de peças com formas orgânicas, com eixo deslocado, atendendo à técnica de moldagem de massa liquida por pressão. A seguir diversas alternativas de produtos foram gerados e aprimorados e com base nesses foram feitos os desenhos para fabricação, considerando os cálculos de retração para as peças cerâmicas, passando a uma primeira renderização, como na figura 4, abaixo.

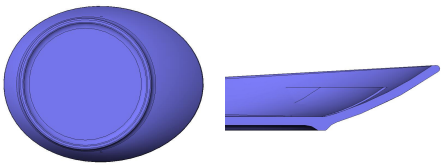

Fig. 4. Vistas das peças já renderizadas, com base nos desenhos técnicos. Fonte: Os autores.

Posteriormente, as peças individuais e o conjunto foram renderizados. Os resultados obtidos com o projeto podem ser visualizados na figura 5.

[1] Briefing é um termo inglês utilizado para designar o texto que define os parâmetros de projeto, no campo do design em geral.

Fig. 5. Visualização das 9 peças e da caneca, geradas a partir dos desenhos utilizando os programas *Rhinoceros*, *Solid Works*, para construção e *Vray para Rhinoceros,* para a renderização. Fonte: Os autores

Estes desenhos foram repassados à Protodesign, que corrigiu alguns pontos de imperfeição e verificou as tensões, minimizando-as. A seguir, foram realizados os desenhos para a usinagem das peças, como no render apresentado na figura 6, considerando a utilização do processo de ferramentaria direta, método subtrativo por retirada de material.

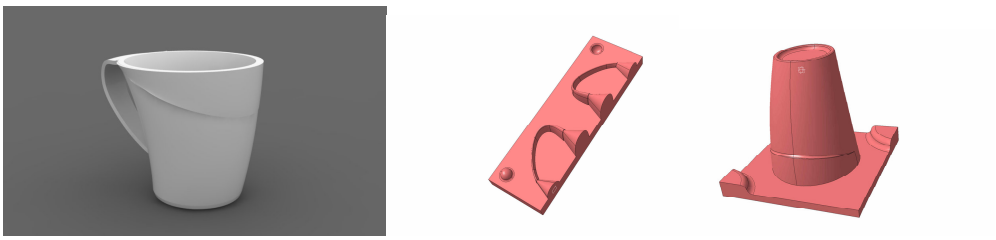

Fig. 6. Peças com a segunda renderização e os desenhos para os moldes da asa e da caneca. Fonte: Protodesign.

Com base nesses arquivos, os modelos foram usinados em poliuretano em equipamento de prototipagem rápida, com alguns resultados apresentados na figura 7, abaixo.

Fig. 7. Alça, xícara de café e cafezinho e caneca em poliuretano. Foto: Marianna Castelo Branco.

Os modelos serviram para a execução dos moldes, em gesso, sendo o processo executado na Cerâmica Brasília, que também envasou, secou, aplicou vidrado e queimou as peças. Na figura 8, podemos observar uma das peças produzidas pelo processo.

Fig. 8. Caneca e pires prontos, produzida na Cerâmica Brasília. Foto: Marianna Castelo Branco.

4. CONCLUSÕES

Os resultados apontam que a técnica de prototipagem rápida para produção de modelos pode contribuir para uma integração real ao processo de moldagem de massa liquida sob pressão aplicado a produção de louça e objetos em cerâmica.

No entanto, como observado em relação aos alunos que demonstraram baixo grau de conhecimento das técnicas assistidas por computador, deverão surgir dificuldades para a incorporação da tecnologia, advindas do baixo grau de especialização tanto dos profissionais de design quanto dos profissionais das empresas. Estas dificuldades demandarão um esforço tanto das empresas quanto da própria universidade para que o processo possa ser efetivamente incorporado. Caso contrário, as empresas precisarão adquirir o serviço de terceiros, diminuindo a integração com a nova tecnologia. Cabe destacar que o investimento na introdução deste processo poderá ser reduzido pela ação cooperada das empresas e formação de parcerias.

Durante esta investigação pode-se constatar que o processo apresentou a redução em uma das etapas de trabalho, bem como a demanda por pessoal com habilidade manual, como os autores investigados sugerem, embora não tenha sido aferido com precisão.

Confirmou-se a possibilidade de realização de testes virtuais, eliminação do modelo em gesso, modificações e ajustes no desenho ainda no computador, arquivo

digital do modelo digital, permitindo sua rápida recuperação em caso de execução de novos moldes, além de execução de peças complexas, com eixos de simetria deslocados.

A introdução da técnica de prototipagem rápida também permitiu a obtenção de modelos com qualidade superior aos modelos executados manualmente. Isso pode ser observado no que se refere aos ângulos, e na relação de similaridade entre as peças projetadas e as peças finais obtidas.

Alguns re-trabalhos nos desenhos e nova confecção de modelos, moldes e peças serão necessários antes da finalização da pesquisa e de toda a implantação, da técnica em análise e dos produtos desenvolvidos, nas empresas e no mercado.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio das agências FINEP, Sebrae e bolsistas financiados pelo CNPQ, a quem agradecemos. Além disso, foram importantes para a realização das suas etapas o trabalho conjunto com as empresas Protodesign e Cerâmica Brasília, bem como os demais participantes do projeto Finep Sebrae.

REFERÊNCIAS

CERRI, J. A. ***Projeto Sebrae Finep 7/2006 Linha 1 MPES***. 2005. 30p. Projeto (Proposta de pesquisa aplicada). Departamento de Engenharia Mecânica, UTFPR, Curitiba.

ECKER, A.; SERBENA, H.J.; PELLANDA, R. L. Jr**.** ***Proto***: Design e Prototipagem Rápida. Curitiba: 2004. Não publicado.

ECKER, A.; CARVALHO, C. :PELLANDA JR, R. L.; KISTMANN, V. B. ***A produção de cerâmica branca de mesa e de decoração de Campo Largo e o design***: estudo sobre a situação das micro, pequenas e médias indústrias e as ppossibilidades de desenvolvimento do setor através do design. 2003. 80 p. Relatório (Programa de Iniciação Científica). Departamento de Design, UFPR, Curitiba.

FERNANDES, D. M. de P. Florianópolis. ***Design e Tecnologia Aplicados a Produtos Domésticos em Grês Cerâmico***. 1998. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

FERNANDES, D. M. P.; KISTMANN, V. B.; LAZZARI, M. P. de; OLIVEIRA, A. A. de. Design de louça de mesa: Levantamento de campo da produção nos mercados asiático e europeu. In: 5° Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Bauru,

SP, 2009. ***Anais do 5°Congresso Internacional de Pesquisa em Design***. AENDI, 2009. CD.

FERNANDES, D. M. P.; KISTMANN, V. B.; LAZZARI, M. P. de; OLIVEIRA, A. A. de. ***Relatório 2/Etapa 2 Design de Louça de Mesa relativa aos itens 2.1 a 2.4, do Projeto Sebrae Finep 7/2006 Linha 1 MPES em APLS - Sub-Projeto B Formas Tipo e Design de Louça de Mesa***. 2009. 100p. Relatório (Relatório de pesquisa aplicada) Departamento de Design/Programa de Pós-Graduação em Design, UFPR, Curitiba.

GORNI, Antonio Augusto. ***Introdução à prototipagem rápida e seus processos***. Disponível em: http://www.gorni.eng.br/protrap.html. Acesso em 14.04.2010.

HOLARIA. Disponível em: www.holaria. Acesso em 14.04.2010.

KISTMANN, V. B.; MADEIRA, L. K.; RIBEIRO, A. M. ***Inovação em Design Cerâmico***: prototipagem rápida para a obtenção de peças cerâmicas com complexidade formal. In: 52° Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis, SC, 2008. Anais do 52° Congresso Brasileiro de Cerâmica. ABCERAM, 2008. CD.

LINO,Fernando Jorge; NETO, Rui J. A prototipagem rápida na indústria nacional. 2000. In: ***2º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica da Ordem dos Engenheiros***. pp. 4.15-4.22, Coimbra, 15-16 Dezembro. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~falves/Prototipagem.pdf. Acesso em: 14/04/2010.

LINO, F. J., RUI, J. N. A prototipagem rápida na Indústria Cerâmica, comparação com outros sectores industriais. In: **Revista Kéramica:** Revista da Associação Portuguesa de Industriais da Cerâmica de Construção v. 260, p.14-28, 2003. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~falves/Artigoceramica.pdf. Acesso em: 19 de abril de 2010.

MADEIRA, L. K. **Experimento laboratorial com grés para a obtenção de embalagens cerâmicas**. Relatório de pesquisa (Programa de Iniciação Científica). UFPR: Programa de Pós-Graduação em Design, 2008.

PELANDA JR, R. et al. Design cerâmico e médias, pequenas e micro empresas: um estudo de caso com base na produção de louça de mesa e adornos de Campo Largo-PR. In: ***Congresso Brasileiro de Cerâmica***, 48, 2003, João Pessoa. Anais do 48 Congresso Brasileiro de Cerâmica Congresso Brasileiro de Cerâmica. ABCERAM, 2003. CD.

PROTODESIGN. Disponível em: http://www.protodesign.com.br/protodesign/diagrama.htm. Acesso em 15.04.2010.

VOLPATO, N.; **Prototipagem Rápida** - Tecnologias e Aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

TABLEWARE DESIGN: USING RAPID PROTOTYPING FOR MODELS CONSTRUCTION AT THE TABLEWARE AND PORCELAIN APL OF CAMPO LARGO/PR

ABSTRACT

This article presents the result of a research that aimed the evaluation of the rapid prototyping technique to construct models for the tableware and decorative objects ceramic industry. It is insert in the context of the SMEs at Campo Largo-PR, Brazil. It took as start point a briefing that incorporated the pressure molding for liquid ceramic. Accordingly to the literature, the rapid prototyping is a technique that makes able the production of complex shapes, which are difficult to produce at normal processes. In this sense, this work was done to reinforce the competitiveness of companies. To validate it, new forms were explored for local and external markets.

Keywords: ceramic design cerâmico, design management for the SMEs, design and rapid prototyping