

POSSIBILIDADES DE USO DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA PRODUÇÃO DE LOUÇA DE MESA E OBJETOS DECORATIVOS

M. C. B. Iwakami

C. M. Dorneles

Prof. Dr. A. V. Pelegrini

Profa. Dra. V. B. Kistmann

Universidade Federal do Paraná

marianacastellobranco@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta o resultado de um estudo comparativo entre o método de produção de louça de mesa e adornos no processo de colagem tradicional em relação a variações do mesmo utilizando prototipagem rápida em diferentes etapas desse processo. Para tanto, apoiou-se em um estudo bibliográfico, com o objetivo de definir vantagens e limitações da aplicação dessa tecnologia nesse segmento. Os resultados mostram quais as melhores condições de uso da prototipagem rápida para um aumento de competitividade, baseado na inovação, dessas empresas.

Palavras-chave: prototipagem rápida; louça de mesa; APL de louças de Campo Largo; colagem de barbotina; inovação.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os processos mais comuns na fabricação de louças de mesa no Brasil são a conformação por colagem de massa fluída ("*slip casting*") e o torneamento ("*jigging*") de massas plásticas (FERNANDES e KISTMANN, 2009). No caso do Arranjo Produtivo Local (APL) de Louças de Campo Largo, Paraná, a situação não é diferente. De acordo com Fernandes e Kistmann (2009), o processo de colagem em moldes de gesso é o mais utilizado pelas empresas, em virtude de sua versatilidade, baixo custo e uniformidade das peças moldadas. No entanto, tal

processo apresenta limitações formais que restringem a inovação e, conseqüentemente, reduz a competitividade dessas empresas.

Observa-se que as tendências atuais de mercado apontam para a necessidade de geometrias que se utilizem formas não passíveis aos processos tradicionais de revolução. Formas octogonais, quadrangulares e com relevos, são tendência tanto no mercado interno como no externo.

Outra dificuldade detectada é a escassez de profissionais modelistas qualificados na região. Em 2001, Carvalho, Ecker e Pellanda Jr. constataram haver apenas dois para atender à demanda das empresas, que cada vez mais terceiriza esse serviço, fato que também justifica este estudo.

Uma forma de reverter essa situação é investindo em tecnologias que otimizem o processo e que flexibilizem o design, a fim de melhorar o desempenho das empresas tanto no mercado interno como no mercado externo.

Nesse contexto, tecnologias de prototipagem rápida (RP de *Rapid Prototyping*) aparecem como uma possibilidade de auxiliar no aumento de competitividade dessas empresas, já que permitem a fabricação de peças de forma precisa e mais rápida, além de não apresentar restrições formais (GORNÍ, 2001).

Sendo assim, questiona-se quais vantagens apresenta a inserção da técnica de prototipagem rápida na produção de louça de mesa por colagem?

Com base nisso, estabeleceu-se como objetivo deste trabalho a comparação entre o método de produção de louça de mesa no processo de colagem tradicional em relação às variações do mesmo utilizando prototipagem rápida em diferentes etapas desse processo. Para tanto, apoiou-se em uma pesquisa bibliográfica.

A PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A princípio, a RP possibilitava principalmente a obtenção de protótipos para visualização, sem muito se considerar sua função, precisão dimensional e desempenho. Com o passar do tempo, melhorias foram surgindo em termos de qualidade, precisão e aumento do número de materiais disponíveis para obtenção dos protótipos, em resposta a novas exigências. Em paralelo, também foram sendo desenvolvidos e aperfeiçoados processos de Ferramental Rápido (*Rapid Tooling*, RT) e, ainda, de Manufatura Rápida (*Rapid Manufacturing*, RM). O primeiro diz respeito à fabricação de moldes-protótipo e o segundo à fabricação direta de produtos finais, sem a necessidade de ferramental. (VOLPATO et al, 2007).

Gorni (2001) generaliza afirmando que “*o termo prototipagem rápida designa 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)*” (p.230).

Notou-se que alguns autores, a exemplo de Volpato et al (ibid), consideram a prototipagem rápida como uma técnica distinta de usinagem CNC. Entretanto, Selhorst Jr. (2008) assim como Pham e Gault (1998) generalizam quando conceituam a RP, fazendo a distinção do processo de acordo com a remoção ou adição de material.

Sintetizando, a prototipagem rápida, conforme Selhorst Jr. (2008) e Pham e Gault (1998), baseia-se em uma técnica de produção que se subdivide em dois tipos de processo: aditivo (prototipagem rápida “original”, impressão 3D, etc.) e subtrativo (usinagem CNC). Este trabalho utilizará essa conceituação apresentada por esses autores.

A prototipagem rápida aditiva baseia-se em um processo de fabricação que se dá por meio da adição de material em forma de camadas planas sucessivas (VOLPATO et al., ibid).

Volpato et al (ibid) afirmam que o processo inicia quando o modelo tridimensional do objeto é “fatiado” eletronicamente, por um software específico, obtendo-se camadas nas quais se planejará onde o material será adicionado. Na seqüência, gera-se a peça física por meio do empilhamento e aderência das camadas de material, da base até o topo da mesma.

Já os processos de prototipagem rápida por subtração de material, conforme Selhorst Jr. (ibid), baseiam-se no desbaste de um bloco de material até se obter o objeto desejado, utilizando-se, para isso, um equipamento específico.

A possibilidade de uso de diversos materiais somada à flexibilidade do processo e à velocidade de resposta a execução de protótipos, habilitam este processo ao conceito de prototipagem rápida, defende o mesmo autor.

Assim como no processo aditivo, o processo de prototipagem rápida por subtração de material inicia com a modelagem da peça por meio de um sistema chamado CAD-CAM (*Computer Aided Design - Computer Aided Manufacturing*). “*A partir do desenho de uma peça com um programa de computador do tipo Rhinoceros ou Autocad, uma máquina de usinagem executa a peça automaticamente*” (SILVA,MADEIRA E KISTMANN, 2008, p. 5).

BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO

De acordo com Lino e Neto (2010), uma das tecnologias mais determinantes na mudança radical de funcionamento das empresas perante os novos desafios empresariais foi a introdução da prototipagem rápida e da capacidade de modelamento virtual 3D.

Segundo Gorni (2001), os processos de RP permitem que os produtos sejam fabricados em menos tempo, além de permitirem que formas complexas sejam produzidas com mais facilidade, atingindo maior inovação formal.

Outro fator percebido é a vantagem de se ter um arquivo virtual da peça a ser produzida. Isso permite a possibilidade de se prever como será a peça cerâmica e a configuração do seu molde. Caso haja alguma atualização a ser feita no modelo ou no molde, a alteração é feita diretamente no arquivo eletrônico, não havendo a necessidade de se esculpir novas peças.

Esse arquivo ainda apresenta o benefício de otimizar espaço físico da fábrica, já que a empresa cria um acervo apenas de arquivos digitais, além de poder reativá-lo rapidamente para a produção se necessário. Quanto a isso, Volpato et al (2007) prevêem que *“no futuro, não haverá mais estoques nas prateleiras, mas sim informações digitais armazenadas como formas tridimensionais, que serão transferidas oportunamente ao sistema de produção rápida”* (p.234).

A PROTOTIPAGEM NO DESIGN E PRODUÇÃO DE PEÇAS CERÂMICAS

Conforme já foi visto, a RP apresenta diversos benefícios como um processo produtivo. Para o setor cerâmico não é diferente, apesar de não haver uma tradição de uso dessa técnica nessa área. Silva, Madeira e Kistmann (2008) observam que essa tecnologia apresenta resistência em tal setor, pois esse campo se caracteriza pelo processo de manufatura tradicional.

As autoras ainda citam o custo desse processo automatizado também como fator de resistência, pois as fábricas pequenas alegam não possuírem recursos para investimentos deste tipo. Em recente levantamento feito em empresas que prestam serviços de usinagem CNC na região metropolitana de Curitiba, para a fabricação da matriz em poliuretano de alta densidade de um produto com aproximadamente 15cm

de altura e 12cm de diâmetro, estimou-se o custo do serviço em 4.200 reais (MODELARTE FERRAMENTARIA, 2012).

As mesmas autoras concluem que existe uma falta de visão de futuro por parte dessas indústrias: “*As empresas estão produzindo desta forma tradicional e não conseguem perceber que a implantação das novas tecnologias pode melhorar o desempenho, a qualidade e conseqüentemente o faturamento*” (SILVA, MADEIRA E KISTMANN, *ibid*, p. 7).

As opções de matérias-primas para a construção de modelos ou matrizes utilizando técnicas de prototipagem rápida são várias – poliuretano de alta densidade, MDF, madeira, poliuretano de baixa densidade, etc. – e ao optar por uma das destas é importante estar ciente de seu impacto no custo do processo.

Em projeto realizado financiado pela FINEP, Fernandes e Kistmann (2009) construíram matrizes para a produção de uma linha de louças de mesa e, para tanto, utilizaram poliuretano de alta densidade (figura 1). Verificou-se a eficiência do material, não necessitando passar por etapa posterior de acabamento superficial, apesar do seu elevado custo.



Figura 1 – Matriz em poliuretano de alta densidade e seu produto final

Fonte: Acervo dos autores (2010)

Em recente conclusão, na dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Design da UFPR, a acadêmica Mariana Iwakami realizou experimento baseado na confecção de uma matriz para produzir uma peça cerâmica e, para isso, optou por utilizar MDF. Em função da porosidade característica desse material, foi necessário realizar uma etapa de acabamento, posterior à prototipagem rápida, a qual consistiu em lixar e impermeabilizar a peça com esmalte sintético (figura 2). Em contrapartida, esse material apresenta custo inferior em relação ao poliuretano de alta densidade.



Figura 2 – Matriz em mdf com acabamento em esmalte sintético

Fonte: IWAKAMI, 2012.

Outra questão que também poderia ser amenizada é a forte concorrência que a indústria de louça de mesa enfrenta com os produtos estrangeiros, sobretudo asiáticos, no mercado nacional. O investimento na combinação de um departamento de Design e utilização de uma nova tecnologia como a prototipagem rápida resulta na possibilidade de criação de produtos mais inovadores e sintonizados com as necessidades dos consumidores e, conseqüentemente, acarreta em um aumento do poder de competição das empresas cerâmicas no mercado.

Essa combinação entre o Design e a RP tem ligação ao conceito exposto por Mozota (2011), onde a autora defende que o design é uma ferramenta de gestão capaz de criar diferenciação nas capacidades internas da empresa, não sendo apenas o resultado relacionado à forma. O design é um processo criativo que está ligado a outros processos da organização, neste caso à pesquisa e desenvolvimento, atuando inclusive na gestão da inovação. Para o Manual de Oslo (OCDE, 1997) as empresa tendem a aumentar a sua demanda através da diferenciação de seus produtos, buscando atingir novos mercados, alterando inclusive a demanda de produtos existentes.

A RP pode ser usada como uma ferramenta das empresas para se colocar em prática idéias formais inovadoras, geometrias mais complexas, as quais dificilmente seriam produzidas por processos manuais, trazendo diferenciação aos seus produtos frente a sua concorrência, não só na produção de formas inéditas, mas por expor ao mercado a vanguarda da empresa na busca por tecnologias mais avançadas, já que como apontado por Mozota (2011) o produto é o extrato da empresa, tornando-se “*a forma como a empresa se representa para o mercado*” (p.153).

As figuras a seguir ilustram casos nacionais e internacionais de peças cerâmicas de alta complexidade formal produzidas com o apoio de técnicas de prototipagem rápida (figuras 3 e 4).



Figura 3 – Produtos internacionais em porcelana produzidos por técnicas de prototipagem rápida aditivas e subtrativas (Industreal, Itália)

Fonte: www.industreal.it



Figura 4 – Produtos nacionais em porcelana produzidos utilizando RP (Holaria – cerâmica contemporânea, Brasil)

Fonte: www.holaria.com.br

A figura 4 apresenta peças em porcelana concebidas por uma empresa com sede em Curitiba, a Holaria – Cerâmica Contemporânea, que já utiliza essa tecnologia integrada à fabricação de seus produtos projetados, os quais receberam vários prêmios internacionais em razão de sua inovatividade formal.

A Holaria viabiliza a produção de seus produtos nas indústrias de louça de mesa e decoração parceiras localizadas em Campo Largo-PR, aproveitando a disponibilidade de matéria-prima, equipamentos e mão-de-obra qualificada. Por vezes essa parceria também resulta na terceirização de projetos de linhas de produtos para tais indústrias. Com isso, a empresa fomenta o design na cultura empresarial do município e encoraja o investimento em inovação e tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas informações apresentadas até então, propõem-se a inserção da prototipagem rápida no processo de fabricação de peças cerâmicas por colagem, por meio de cinco possíveis processos, conforme apresentado na figura 5. A mesma contém um esquema das etapas desses processos – os quais serão mais detalhados na seqüência – além do processo tradicional utilizado atualmente na produção de peças cerâmicas por colagem de barbotina.

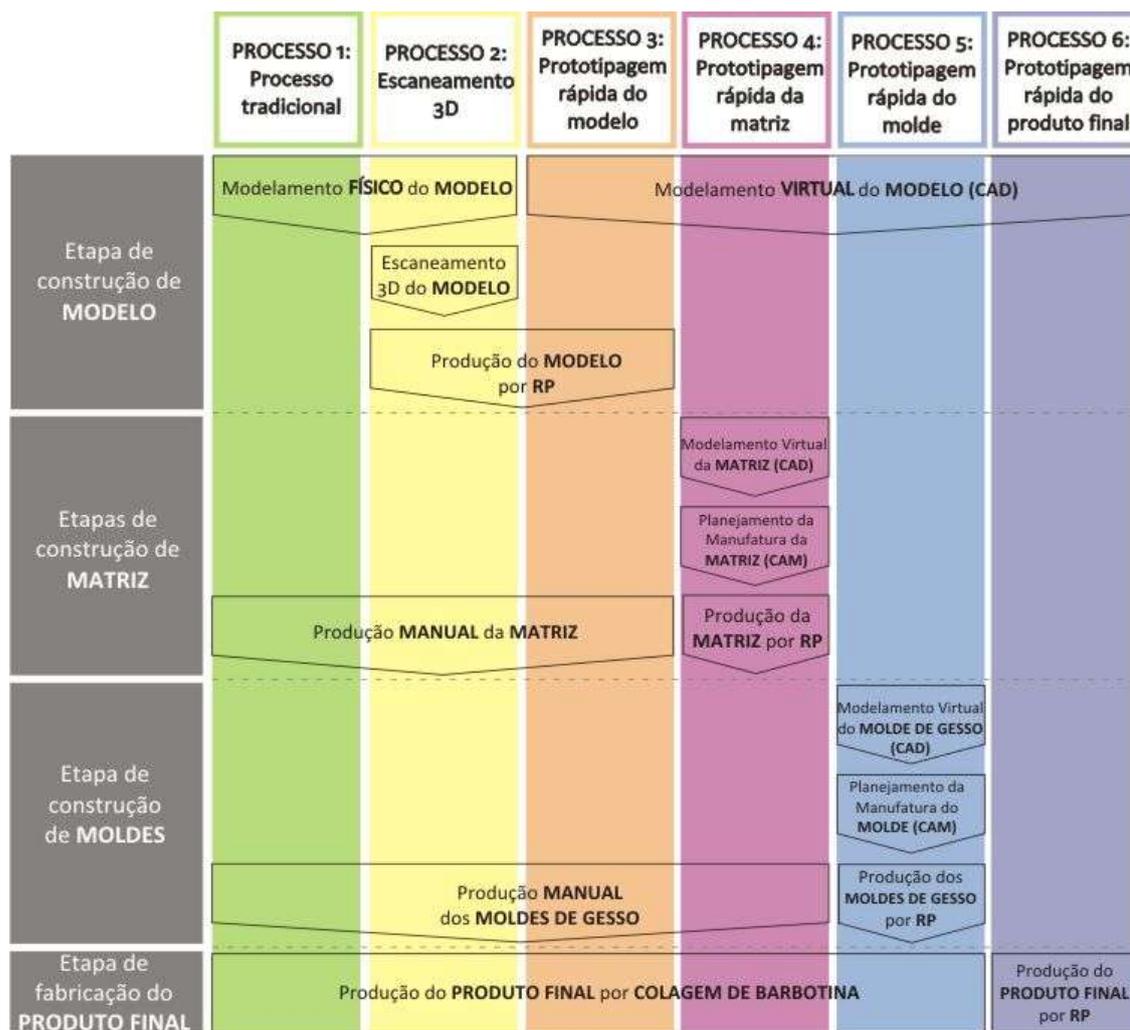


Figura 5 – Possíveis formas de produção de um produto cerâmico utilizando a técnica de colagem de barbotina (*slipcasting*)

Fonte: Os autores (2012)

• **MÉTODO 1 – Método tradicional:** Processo totalmente manual, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento físico do modelo
- 2) Produção manual do molde de gesso
- 3) Produção manual da matriz

- 4) Produção manual dos moldes de gesso
- 5) Produção dos produtos finais por colagem de barbotina

• **MÉTODO 2 - Escaneamento 3D:** Processo parcialmente manual, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento físico do modelo
- 2) Escaneamento 3D do mesmo
- 3) Produção do modelo por prototipagem rápida
- 4) Produção manual do molde de gesso
- 5) Produção manual da matriz
- 6) Produção manual dos moldes de gesso
- 7) Produção dos produtos finais por colagem de barbotina

• **MÉTODO 3 - Prototipagem Rápida do modelo:** Processo parcialmente manual, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento virtual do modelo
- 2) Produção do modelo por prototipagem rápida
- 3) Produção manual do molde de gesso
- 4) Produção manual da matriz
- 5) Produção manual dos moldes de gesso
- 6) Produção dos produtos finais por colagem de barbotina

• **MÉTODO 4 - Prototipagem Rápida da matriz (*Rapid Tooling*):**

Processo parcialmente manual, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento virtual do produto
- 2) Geração do arquivo virtual da matriz
- 3) Prototipagem rápida da matriz
- 4) Produção manual dos moldes de gesso
- 5) Produção dos produtos finais por colagem de barbotina

• **MÉTODO 5 - Prototipagem Rápida do molde (*Rapid Tooling*):**

Processo parcialmente manual, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento virtual do produto
- 2) Geração do arquivo virtual do molde
- 3) Produção do molde de gesso por prototipagem rápida
- 4) Produção dos produtos finais por colagem de barbotina

• **MÉTODO 6 - Prototipagem Rápida do produto final (*Rapid***

Manufacturing): Processo totalmente digital, o qual segue as seguintes etapas:

- 1) Modelamento virtual do produto
- 2) Produção dos produtos finais por prototipagem rápida

Compararam-se, então, os processos em discussão, sendo que o atual consiste no método tradicional por colagem de barbotina (*slipcasting*), utilizado atualmente; e os novos, nos processos da colagem com a inserção da prototipagem em diferentes etapas (tabela 1).

Tabela 1 – Comparação de características inerentes a cada processo

	PROCESSO ATUAL	NOVOS PROCESSOS (Prototipagem Rápida)
Automatização	nenhuma	Parcial / Total
Flexibilidade na produção de peças de alta complexidade formal	baixa	alta
Flexibilidade nos ajustes das peças	baixa	alta
Facilidade em se produzir a mesma peça em diferentes tamanhos	baixa	alta
Otimização de espaço físico da fábrica	baixa	alta
Redução de tempo de colocação de novos produtos no mercado	baixa	alta
Profissionais envolvidos	modelista	Designer, modelista virtual, operador de maquinário de RP.

Fonte: Os autores (2012)

CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu concluir que, além de viabilizar a produção de peças de geometrias complicadas, o uso de técnicas de prototipagem rápida pode reduzir drasticamente o tempo de colocação de novos produtos no mercado (*“time to market”*), sendo esse “um fator crítico para a competitividade e agressividade comercial das empresas, determinando assim a sua capacidade de subsistência.” (Lino e Neto, 2010, p.1)

Em relação ao uso deste processo para produção seriada de produtos, Volpato et al. (ibid) ressaltam que devido ao alto custo envolvido, existe uma limitação na

quantidade de peças que podem ser produzidas com os sistemas de prototipagem rápida atuais. Os autores indicam que quando se deseja um número maior de protótipos, deve-se recorrer às tecnologias de obtenção de ferramental rápido. Uma alternativa na busca por custos mais convidativos para o uso da RP pode ser a associação entre empresas, de empresas com entidades do setor e universidades, como indicado por Mozota (2011), como forma de viabilizar a inovação. Observa-se que a associação do design e da RP no projeto e desenvolvimento de produtos é classificado pelo Manual de Oslo (OCDE, 1997) como uma Inovação de Processo, já que consiste na introdução de um método produtivo significativamente melhorado, que traz benefícios na redução do *time to market* e na qualidade e diferenciação no produto, contribuindo, dessa forma, com o processo de inovação e competitividade das empresas.

Tendo como base o estudo realizado, conclui-se que o método que consiste na produção das matrizes por meio da prototipagem rápida (método 4 – figura 5) apresenta, por enquanto, as melhores condições de uso desta tecnologia, com diversas vantagens sobre a técnica tradicional, contribuindo, dessa forma, para um aumento de competitividade das empresas produtoras de louça de mesa.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, C.; ECKER, A.; PELLANDA JR., R. L. **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 possibilidades de desenvolvimento do setor através do design.** 2001. 126p. Monografia (Bolsa de Iniciação Científica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- FERNANDES, D. M. P; KISTMANN, V. B. **Relatório intermediário relativo ao desenvolvimento do Projeto Sebrae Finep 7/2006 Linha 1 MPES em APLS Sub-Projeto B Formas Tipo e Design de Louça de Mesa.** Curitiba: FINEP, 2009. 40 p.
- GORNI, A. A. Introdução à Prototipagem Rápida e seus Processos. **Plástico Industrial**, São Paulo, nº 31, 2001.
- IWAKAMI, M.C.B. **Design Cerâmico E Prototipagem Rápida: novas possibilidades para o Arranjo Produtivo Local de Louças de Campo Largo – PR.** 125f. Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Curitiba, 2012.
- LINO, F. J.; NETO, R. J. **A Prototipagem Rápida na Indústria Nacional.** Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~falves/Prototipagem.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2010.

MODELARTE FERRAMENTARIA. **Cotação** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por caroldornel@gmail.com. 14 de março de 2012.

MOZOTA, Brigitte Borja de. **Gestão do Design**: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011. 343p

OCDE. **Manual de Oslo**: diretrizes par coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3 ed. OCDE/Eurostat/FINEP, 1997. 184p.

PHAM, D.T. ; GAULT, R. S. A Comparision of Rapid Prototyping Technologies. **Machine Tools and manufacture**, Cardiff, v.38, 1998.

SELHORST Jr., A. **Análise Comparativa entre os Processos de Prototipagem Rápida na Concepção de Novos Produtos: um estudo de caso para a determinação do processo mais indicado**. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, M. A. R. da ; MADEIRA, L. K. ; KISTMANN, V. B. Inovação em Design Cerâmico: prototipagem rápida para a obtenção de peças cerâmicas com complexidade formal. In: **52º Congresso Brasileiro de Cerâmica**, 2008, Florianópolis. 52º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2008.

VOLPATO, N. et al. **Prototipagem Rápida**: tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

POSSIBLE USES OF RAPID PROTOTYPING TO PRODUCE CERAMIC TABLEWARE AND ORNAMENTS

ABSTRACT

This article presents the results of a comparative study between the method of producing tableware and ornaments in traditional slip casting process and variations of the same using rapid prototyping in different stages of this process. To this end, a bibliographical study has been made, in order to define advantages and limitations of applying this technology in this segment. The results show the best conditions for the use of rapid prototyping in order to increase competitiveness, based on innovation, of these companies.

Key-words: rapid prototyping; ceramic tableware; Tableware Local Productive Arrangement of Campo Largo-Paraná/Brazil; slipcasting; innovation.