

CORRELAÇÃO ENTRE A GEOMETRIA E O CUSTO DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS CERÂMICAS - ESTUDO DE CASO

S.T. M. Ferreira¹, M.S. de Araújo¹, J.A. Cerri²
suellen.terroso@gmail.com, araujo@utfpr.edu.br, cerri@utfpr.edu.br
Campus Curitiba - Sede Ecoville
R. Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 - Curitiba/PR, Brasil - CEP 81280-340.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
¹Depto. Acadêmico de Mecânica
²Depto. Acadêmico de Construção Civil/ Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil

RESUMO

As empresas produtoras de cerâmica na região de Campo Largo - PR, são em geral pequenas e familiares, sendo a gestão baseada na experiência do microempresário, o que às vezes acarreta dificuldades com a adequada formação do preço. Visando aumentar a competitividade, foi desenvolvido um aplicativo customizado para a gestão da microempresa Vasos Literato. A empresa está reiniciando as atividades de produção este ano. A metodologia adotada é a pesquisa-ação com estudo de caso. Ao analisar os dados da empresa com o aplicativo customizado, foi constatado que o custo total de produção varia diretamente com a cubagem das peças. Entretanto, os custos indiretos de fabricação e o custo da mão de obra direta alternam o grau de importância conforme a linha e o tamanho da peça. O custo com a mão de obra direta durante as etapas de esponjamento e glasura apresentaram correlações lineares com a geometria das peças.

Palavras-chave: MPE cerâmica, custo de fabricação, aplicativo, esponjamento, glasura.

INTRODUÇÃO

Localizada a 30 km de Curitiba, Campo Largo / PR, por tradição destaca-se na região sul do Brasil no setor da fabricação de louça de mesa e artística, embora conte também com empresas que fabricam revestimento de piso, de parede, porcelana elétrica entre outros. A cidade é conhecida como a Capital Louça, sendo todo ano organizada a Feira da Louça.

Por meio do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Curitiba, foram introduzidas em empresas vinculadas ao Arranjo Produtivo Local de Louças e Porcelanas (APL) de Campo Largo, diversas estratégias para incorporação de inovações de modo a

fortalecer as MPEs ⁽¹⁾. Uma delas foi o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão Empresarial (SIGE), ou em inglês Enterprise Resource Planning (ERP), especificamente para as Micro e Pequenas Empresas (MPEs) produtoras de cerâmica artística. Esse aplicativo ERP, denominado Gestão de Microempresa Cerâmica, em fase de registro, trabalha em ambiente Microsoft Office Excel ® com o auxílio da linguagem de programação do Microsoft Visual Basic for Applications ®. O SIGE é composto por um conjunto de planilhas em Excel que apresentam ao empresário a situação financeira e de produção da empresa. Este SIGE já está sendo utilizado com sucesso na gestão da microempresa Chiquitti Cerâmicas, outra MPE integrante do APL. Descrições sobre a operação deste aplicativo, bem como os impactos observados nesta empresa com o seu uso, foram publicados em artigos de congressos ⁽²⁻⁶⁾. A implantação e adaptação deste aplicativo em uma outra empresa do APL que possui a etapa de glasura é o foco deste artigo.

Davenport ⁽⁷⁾ define o ERP como um pacote comercial de *software* que objetiva a integração, a padronização e a organização das informações transacionais da empresa. De forma geral, para a gestão empresarial, existem diversos *softwares* no mercado que disponibilizam tanto soluções específicas para um setor de uma empresa, quanto soluções para controle geral empresarial, englobando desde o controle da produção até o controle financeiro. Especificamente para o setor cerâmico, similar ao programa desenvolvido, foi encontrado em buscas pela *web* o *software* SGI para Indústrias cerâmica da empresa Sygma Sistemas e Consultoria, cujas principais características são o efetivo controle financeiro, administrativo, da produção e dos estoques e também a elaboração de relatórios.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento experimental adotado foi a pesquisa-ação com estudo de caso. Com base em informações coletas na empresa, foi possível a customização do aplicativo juntamente com o treinamento de funcionários e do empresário, além de ajustes necessários. Por fim, foi realizada a análise dos dados referente ao período de implantação.

A empresa participante deste trabalho possui classificação de microempresa, cujo nome fantasia é "Vasos Literato", ou "SF Gandin - Bonsai - ME", situada na Rodovia Aníbal Khury, 12351, bairro Bugre, município de Balsa Nova, a cerca de 50

km de Curitiba e a 20 km de Campo Largo. A empresa iniciou suas atividades no ano de 2007, em um barracão na cidade de Campo Largo, e recentemente, em 2014, mudou suas instalações para o município vizinho, Balsa Nova. Produz 36 variedades de vasos decorativos em Grés com acabamento em vidrado (esmalte), com foco no mercado produtor de bonsais, sendo comercializados tanto no estado do Paraná quanto em outros estados.

Os dados da empresa foram analisados em função das linhas dos produtos, que são três: Linha Especial (LE), composta de geometrias diversas, Linha Oval (LO), e Linha Retangular (LR). Cabe salientar que os tamanhos variam conforme a linha. A Figura 1 apresenta o menor e maior tamanho para cada linha.

LINHA	MENOR TAMANHO	MAIOR TAMANHO
Especial (LE)	<p>Ref. 431 A5 cm X L13 cm X P15 cm</p> 	<p>Ref. 551 A14 cm x L20,5 cm X P20,5 cm</p> 
Oval (LO)	<p>Ref. 203 A4 cm X L9 cm X P12 cm</p> 	<p>Ref. 225 A9 cm X L27 cm X P34,5 cm</p> 
Retangular (LR)	<p>Ref. 59 A4,4 cm X L8 cm X P10,3 cm</p> 	<p>Ref. 81 A6,5 cm X L20 cm X P26 cm</p> 

Figura 1 - Detalhes dimensionais e forma das peças por linha

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins da análise financeira do processo, o custo total foi composto por: Custos Indiretos de Fabricação (CIF), custo da massa, custo da glasura, custo do forno e, custo total da Mão de Obra Direta (MOD), a qual é composta pelos custos nas etapas de: estampagem, esponjamento e aplicação da glasura. A composição dos custos por linha de produtos pode ser vista na Figura 2. O custo da estufa não impactou na composição do custo total porque a mesma foi desativada e as peças estão sendo secas à temperatura ambiente. Ficou evidente que os custos médios

parciais para as três linhas de produtos possuem uma pequena variação, com exceção do custo total da MOD e dos CIF, os quais são os mais relevantes. Sendo evidente o comportamento antagônico e com consideráveis redução de valores dos CIF e aumento da MOD, da linha especial (LE) em relação a linha retangular (LR).

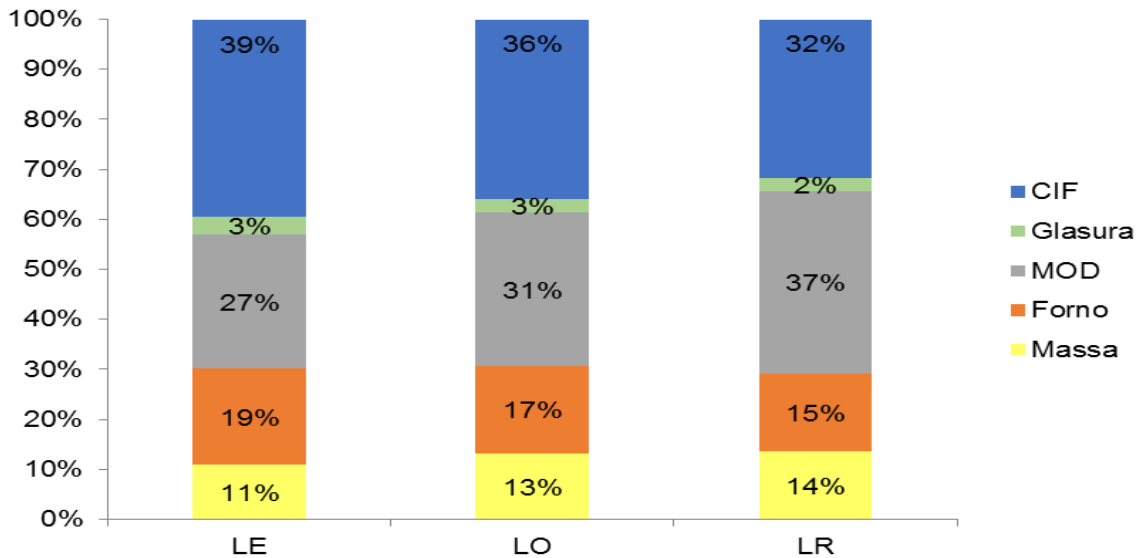


Figura 2 - Influência dos parâmetros no custo total de cada linha de produto

Uma análise do custo total em função da cubagem (volume de cada peça), de cada linha pode ser visto na Figura 3. Para preservar os dados da empresa, os valores do eixo y, em reais, foram excluídos.

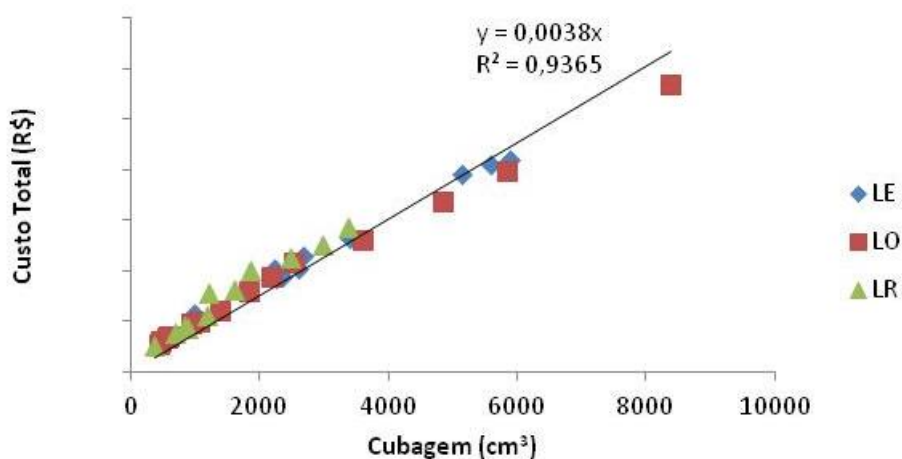


Figura 3 - Efeito da cubagem no custo total de fabricação

O custo total apresentou uma clara relação linear com a cubagem, visto que o valor de R^2 é 0,9365. Assim, quanto maior a peça, maior o custo, independente da

linha de produtos. Este comportamento deve-se, provavelmente, a relações lineares presentes nos custos parciais, apresentados na sequência. Para tal, uma investigação mais detalhada foi realizada, analisando-se os custos parciais que compõem o custo total, quais sejam: CIF, custo da massa, custo da glasura, custo do forno e custo total da mão de obra.

O primeiro custo a ser analisado é o CIF, Figura 4, no qual a relação linear perfeita deve-se ao fato do cálculo deste parâmetro ser baseado na cubagem.

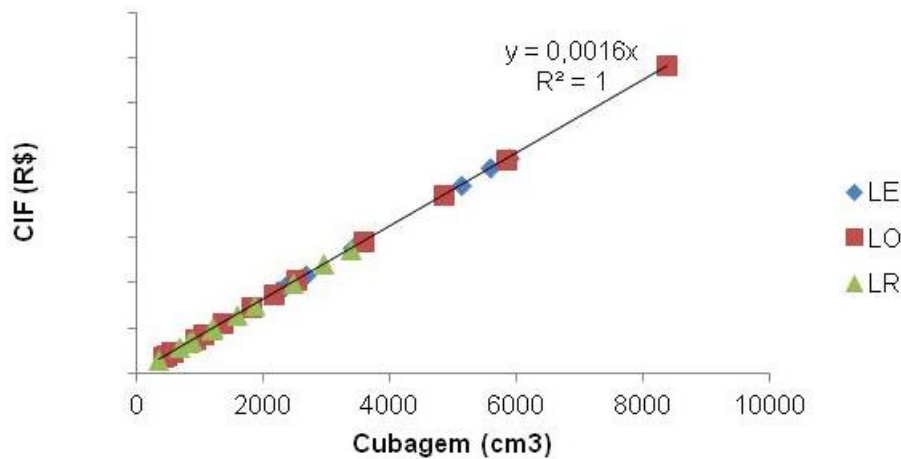


Figura 1 - Influência da cubagem no CIF

Este representa em média o maior custo envolvido na produção das linhas especial e oval e o segundo maior custo para a linha retangular. Este comportamento anômalo se deve ao fato da empresa não estar em plena produção, mas ainda em fase de adaptação à nova instalação, com valores de CIF maiores que o projetado em todos os meses do período de janeiro a julho. Assim, o CIF foi rateado por uma quantidade de peças queimadas menor que a capacidade da empresa. Além disso, os investimentos e gastos com adaptações foram incluídos nos custos indiretos de fabricação. Vale salientar que, durante o preenchimento da planilha, a decisão de incluir um gasto como CIF é um critério subjetivo, porém é possível fazer uma análise conforme a descrição do custo *a posteriori*. O custo da massa, Figura 5, não apresenta considerável diferença entre as linhas, por isso foi obtida uma única equação para representar este parâmetro, devido a razoável correlação linear com a cubagem, $R^2 = 0,9042$. Este custo representa o quarto maior gasto, apesar da utilização de retalhos na composição da massa.

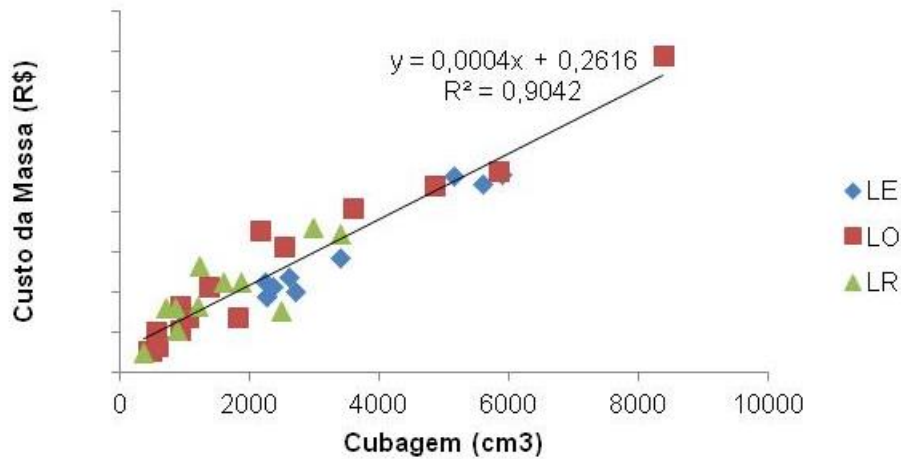


Figura 5 - Influência da cubagem no custo da massa

Uma revisão nos dados da quantidade de massa utilizada por peça é sugerida, pois há peças pequenas com quantidades de massa maiores que as peças maiores. Uma composição de referência, na qual a composição, a viscosidade e a densidade sejam previamente estabelecidas, deve ser testada para se determinar a quantidade de massa a ser usada para a fabricação de cada peça com uma espessura de parede a mais regular possível. E assim se produzir uma peça referência, de modo a obter valores de retração após secagem e queima, assim como as perdas de água e ao fogo. Com estes parâmetros pode-se calcular a massa usada para fabricar o biscoito a partir do peso da peça queimada. Inclusive parâmetros do processo de moagem e homogeneização também devem ser coletados previamente a cada mudança na composição. Esses dados da massa e das matérias-primas poderão ser usados posteriormente inclusive para estabelecer parâmetros de qualidade.

O custo da glasura, apresentado na Figura 6 mostra um resultado interessante. Para peças de até aproximadamente 2000 cm³, o custo da glasura parece ser independente da linha de produto. A partir deste ponto, a linha de produtos especiais (LE) apresenta um rápido aumento no custo da glasura à medida que a cubagem aumenta, sendo este duas vezes maior que para a linha de produtos ovais (LO). Isto pode ser atribuído ao aumento da superfície glazurada das peças da linha especial, que apresentam um relevo mais acentuado.

A linha que apresentou a menor correlação linear foi a linha de produtos retangulares, com $R^2 = 0,6307$. A dispersão pode ser atribuída a falta de procedimento padrão para a atividade de glasura, na qual foram observadas duas condutas diferentes nesta etapa quanto ao grau de encharcamento.

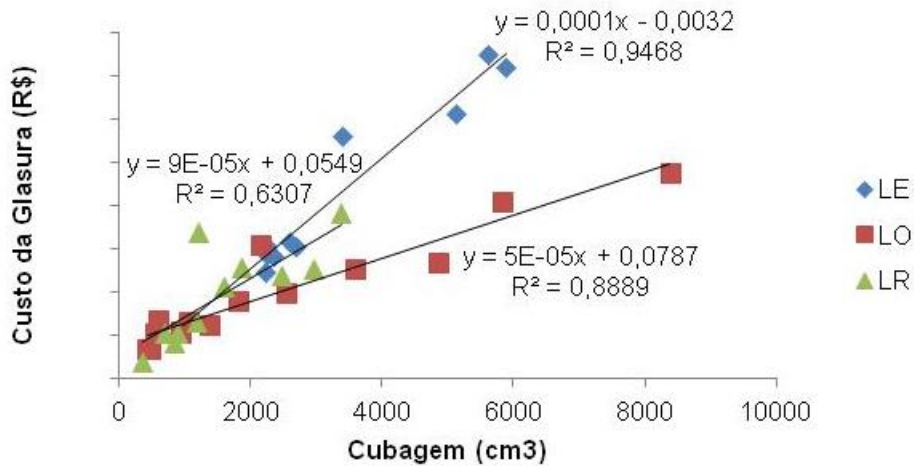


Figura 6 - Influência da cubagem no custo da glasura

Comparado aos outros, o custo da glasura tem o menor impacto no custo total, de modo que, não apresenta contribuição significativa na composição do custo total.

O custo do forno, como pode ser visto na Figura 7, apresenta perfeita correlação linear com $R^2 = 1$, independente da linha de produtos fabricados, uma vez que o cálculo, assim como o do CIF, também é baseado na cubagem.

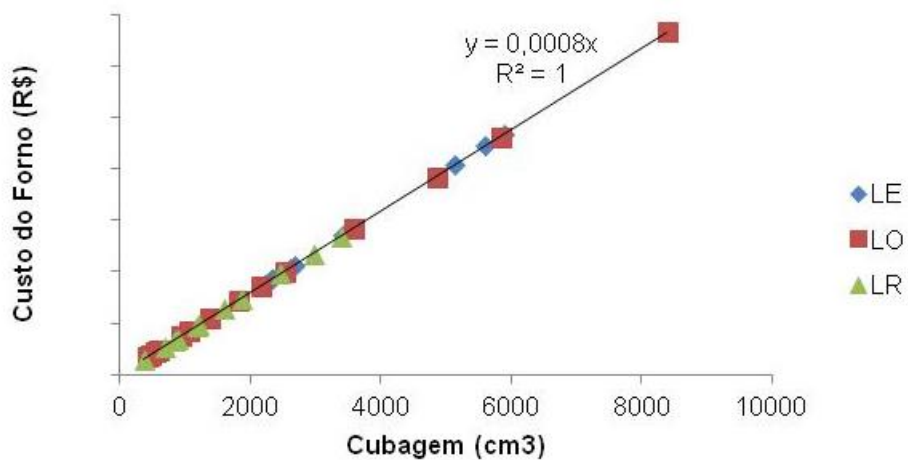


Figura 7 - Influência da cubagem no custo do forno

O custo total da MOD, mostrado na Figura 8, foi o que apresentou a maior dispersão de dados, principalmente na linha de produtos especiais, visto que o valor de R^2 foi 0,5325. Por consequência, a equação que descreve esta relação não pode ser considerada previewal. Como descrito no início deste capítulo que o custo total da MOD é composto pelo custo de 3 etapas do processo de fabricação, estes foram analisados separadamente com relação a cubagem e, apresentados nas Figuras 9 a 11.

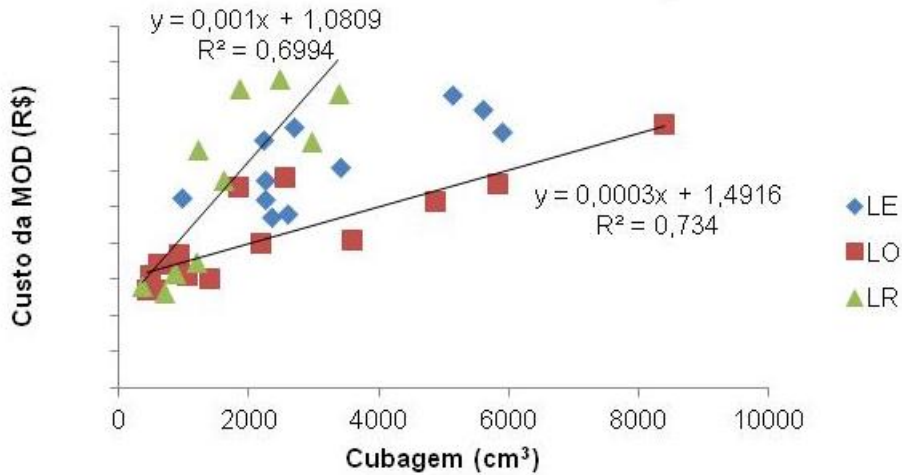


Figura 8 - Influência da cubagem no custo total da MOD, de acordo com a linha de produto

Na análise da Figura 9, relativo a MOD para estampagem, fica evidente a grande dispersão de dados, o que impossibilita a determinação de uma equação previsional que correlacione este parâmetro em relação a cubagem, para nenhuma das linhas de produtos.

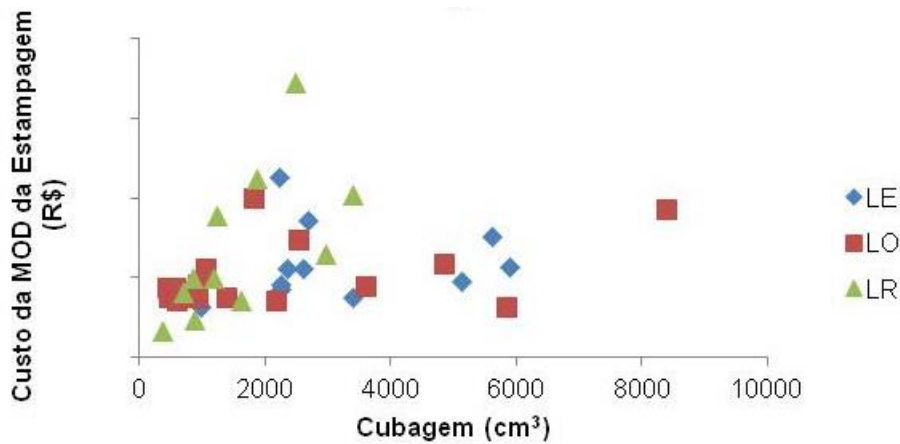


Figura 9 - Relação da cubagem no custo da MOD para a etapa de estampagem

O custo da MOD relativo a etapa de esponjamento não apresenta correlação linear na linha de produtos especiais e, apresenta baixa correlação nas outras duas linhas, como pode ser visto na Figura 10.

O custo da mão de obra para aplicação da glasura, pode ser observado na Figura 11, apresenta uma baixa correlação entre o custo da mão de obra e a cubagem, tanto para a linha de produtos ovais (LO), quanto para a de retangulares (LR).

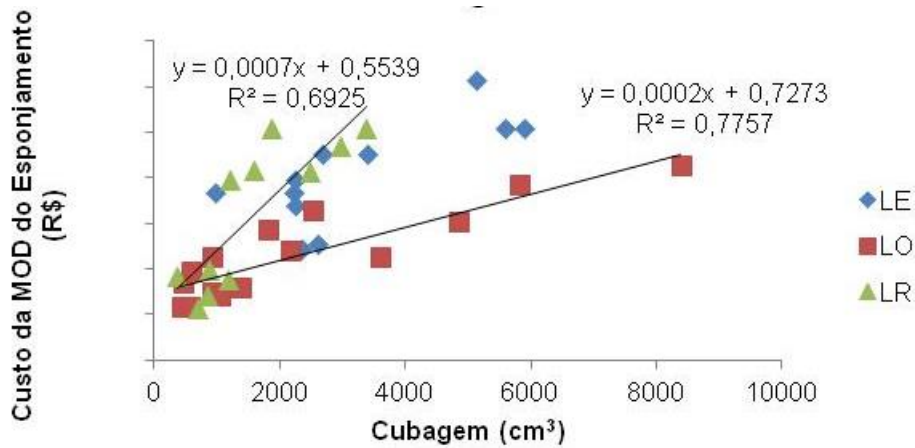


Figura 10 - Influência da cubagem no custo da MOD para a etapa de esponjamento

Para a linha de produtos especiais (LE), a correlação encontrada foi nula com R^2 próximo a zero.

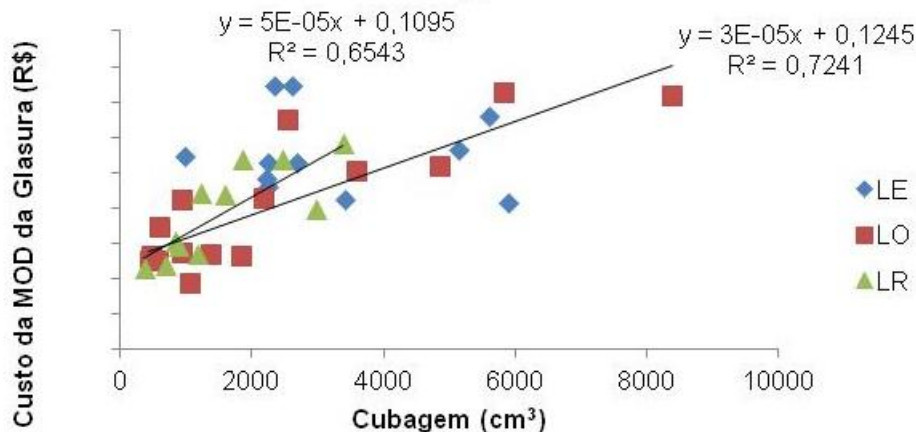


Figura 11 - Influência da cubagem no custo da MOD para a etapa de aplicação da glasura

A dispersão nos resultados dos custos da mão de obra sugere que o procedimento para aquisição das informações deva ser revisto pela empresa. Uma nova tomada de tempo é indicada, com as atividades parciais que compõem cada atividade macro bem definidas. É de suma importância também, que as tomadas de tempo sejam feitas sempre pela mesma pessoa, utilizando o mesmo instrumento e com funcionários experientes executando as atividades macro que serão monitoradas. De acordo com o exposto, é necessário que seja realizada uma nova tomada de tempo, levando em consideração as pequenas ações que compõem cada atividade macro:

- estampagem = separação dos moldes + limpeza dos moldes + posicionamento dos moldes sobre as mesas + coleta da barbotina necessária e enchimento dos moldes + retirada do excesso + acabamento + destacamento + organização das peças nas tábuas + organização das tábuas nos estaleiros + limpeza dos moldes + organização dos moldes + guarda dos moldes;
- esponjamento = retirada das tábuas dos estaleiros + limpeza das peças + raspagem das peças + esponjamento das peças + troca/busca dos insumos para esponjamento + organização das peças nas tábuas + organização das tábuas nos estaleiros e,
- aplicação da glasura = retirada das tábuas dos estaleiros + limpeza das peças + umidificação das peças + imersão das peças + organização das peças nas tábuas + organização das tábuas nos estaleiros.

Outra recomendação para revisão de dados é com relação à quantidade de glasura adicionada em cada peça. Recomenda-se a utilização de uma balança com maior precisão que a disponível atualmente na empresa, para monitorar o valor da massa da glasura, em gramas.

Em função de uma alteração do comportamento observado, tanto no custo da glasura como no da mão de obra para peças com cubagem superior a 2000 cm³, foi realizada uma verificação do custo total para as peças abaixo e acima desse volume. Os resultados podem ser observados na Figura 12.

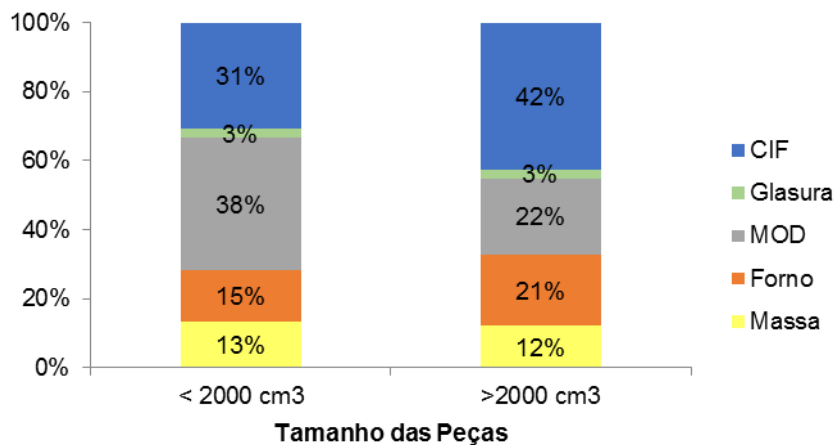


Figura 12 - Composição do custo total para peças com cubagem menor e maior que 2000 cm³

É importante destacar que uma inversão ocorreu entre a mão de obra e o valor de CIF para peças menores que 2000 cm³. Os custos indiretos de fabricação (CIF)

são rateados pela projeção de segundas queimas e são diretamente proporcionais a cubagem da peça, assim como os custos com o forno, por isso os valores são menores. Como os valores de CIF são muito altos, ficou claro que o número de segundas queimas realizadas foi insuficiente para diluir os custos indiretos de fabricação. Assim sendo o CIF projetado deve ser revisto e readequado. Cabe salientar que o tempo da mão de obra tem alto impacto no custo final principalmente das peças menores, como na linha LR, sendo indicado um planejamento adequado para máximo aproveitamento do tempo de trabalho, apesar do menor custo de forno. Essa tarefa, pode ser auxiliada pela planilha de estoque, contida no aplicativo e que durante a implantação deste aplicativo na empresa não foi utilizada, por limitado número de mão de obra e falta de padronização para a atividade de controle de estoque.

CONCLUSÕES

Ao analisar os dados da empresa com o aplicativo customizado, foi constatado que o custo total das peças varia diretamente com a cubagem. Entretanto, o CIF e o custo total da MOD alternam o seu grau de importância conforme a linha e o tamanho da peça. Para peças menores do que 2000 cm³, que são predominantes na linha LR, o custo total com a MOD tem um peso maior, que não é compensado pela redução com o custo de uso do forno. Estes resultados permitem que o empresário decida pela manutenção ou encerramento de uma linha de produtos, de acordo com a avaliação do custo-benefício de cada linha.

AGRADECIMENTOS

À empresa Vasos Literato.

REFERÊNCIAS

1. FERREIRA, S. T. de M.; ARAÚJO, M. S.; CERRI, J. A. Proposta de uma estratégia para introdução de uma inovação tecnológica em micro e pequenas empresas de Campo Largo do setor cerâmico. In: XV SICITE, 2010, Cornélio Procopio. XV SICITE, 2010.
2. FERREIRA, S. T. de M.; ARAÚJO, M. S.; CERRI, J. A. Análise do impacto da implantação de um programa de gestão de custos - um estudo de caso em microempresa de cerâmica decorativa. In: 55º. Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2011, Porto de Galinhas. 55º. Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2011.

3. CARVALHO, L.B.; BARBOZA, A. O.; ARAÚJO, M. S.; CERRI, J. A. Análise de um aplicativo para formação técnica de preços em microempresas de cerâmica decorativa. In: 56º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2012, Curitiba. Anais do 56º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2012.
4. CARVALHO, L.B.; BARBOZA, A. O.; ARAÚJO, M. S.; CERRI, J. A. Determinação do Ponto Crítico para Formação de Preço Utilizando Aplicativo de Gestão de Custo Dedicado a Microempresas de Cerâmica Decorativa. In: Seminário de Extensão e Inovação Tecnológica da UTFPR, 2012, Curitiba. II Seminário de Extensão e Inovação Tecnológica da UTFPR, 2012.
5. PREIZNER, I. M.; CARVALHO, L.B.; BARBOZA, A. O.; ARAÚJO, M. S.; CERRI, J. A. Ferramenta para tomada de decisão com base no perfil do cliente implantada em microempresa de cerâmica decorativa. In: 58º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2014, Bento Gonçalves. Anais do 58º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2014.
6. PREIZNER, I. M.; CARVALHO, L.B.; BARBOZA, A. O.; CERRI, J. A.; ARAÚJO, M. S. Inovação em microempresa de cerâmica decorativa por meio da implantação de aplicativo em gestão. In: VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2014, Uberlândia. Anais do VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2014.
7. DAVENPORT, T. H. Ecologia da Informação. São Paulo: Futura, 1998.

CORRELATION BETWEEN GEOMETRY AND THE COST OF CERAMIC PARTS MANUFACTURING - CASE STUDY

ABSTRACT

The ceramics manufacturers companies in Campo Largo area are in families and small groups, so the management is based on the experience of the owner, which sometimes leads to difficulties with the correct formation of the price. In order to increase competitiveness, it was developed a customized application for the Literato Co, producer of bonsai vessels. This company is restarting production activities this year. The methodology is action-research, based on a case study. By analyzing company data with the custom application, it was found that the total cost of production varies directly with the volume of the pieces. However, the indirect cost of manufacturing and the cost of direct manpower alternate level of importance according as the lines and the size of the pieces. The cost of the direct manpower during the stages of finishing and glazing showed linear correlation with the geometry of the parts.

Key-words: Manufacturing, ceramic products, cost, volume, glazing.