

Melhoria de Qualidade e Redução de Custo de Produção com a Reformulação de Massa de Porcelanato Técnico

Richard Michels de Souza^{a*}, Oscar Rubem Klegues Montedoa^{a,b}

^a Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, SC, Brasil

^b Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPGCEM, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, SC, Brasil

*e-mail: ri_chardms@hotmail.com

Resumo

A indústria cerâmica Brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial de produção de cerâmica de revestimento. Neste cenário, a produção é ocupada em grande parte pela tipologia conhecida como porcelanato técnico, que ganha destaque pelo seu processo altamente tecnológico e matérias-primas de excelente qualidade. As empresas fabricantes buscam se tornar cada vez mais competitivas no mercado, a fim de acompanhar o crescimento do mercado. Dentro deste contexto, a melhoria contínua se torna essencial para as empresas competitivas, trazendo consigo a necessidade de redução de custo. Sabendo que o custo operacional de produção do porcelanato técnico é elevado, e conhecendo as dificuldades enfrentadas com desenvolvimento de massa cerâmica, este trabalho tem o objetivo de mostrar os resultados de melhoria de qualidade e de redução de custo produtivo decorrente da reformulação de uma composição de porcelanato técnico. Os melhores resultados foram aplicados em testes em escala industrial. Foi possível se obter uma nova formulação que manteve as características técnicas dos produtos, proporcionando à empresa cerâmica melhor estabilidade do processo, melhor qualidade dos produtos e maior produção.

Palavras-chave: cerâmica, porcelanato técnico, melhoria contínua, redução de custo.

1. Introdução

O cenário nacional e internacional da produção de revestimentos cerâmicos é em grande parte ocupado pela indústria cerâmica Brasileira. Dentro desse contexto, o porcelanato técnico é, certamente, o produto com maior avanço técnico e tecnológico no mercado de pisos e revestimentos. Com isso, esta tipologia de produto está em um estado de aumento de produção no Brasil e no exterior. Um dos principais fatores que diferencia este dos demais tipos de cerâmicas está ligado ao processo que envolve alta tecnologia, além da utilização de matérias-primas de elevada qualidade¹.

A seleção dessas matérias-primas que compõe a massa cerâmica deve ter critérios iniciais como as propriedades que se deseja obter no produto, e as características relacionadas ao processo de fabricação, que são dependentes da composição química e mineralógica das matérias-primas escolhidas. De modo geral, as matérias-primas empregadas na cerâmica são divididas em dois grandes grupos, que são materiais plásticos (materiais argilosos) e não plásticos (fundentes, inertes, talcos)².

Oliveira² destaca ainda que, entre as características do porcelanato técnico, merecem destaque a elevada resistência ao desgaste, alta resistência mecânica, ao ataque químico, dureza superficial, baixíssimos valores de absorção de água, e também um ótimo grau de higiene dos pavimentos.

Além de excelentes características técnicas, esta tipologia é muito utilizada para efeitos de decoração; para isso, é desejável que a cor de queima da massa seja o mais clara possível, evitando-se contaminações

com outros pigmentos, a fim de se alcançar os efeitos estéticos desejados, sempre mantendo as características técnicas. Para manutenção desses fatores, é necessária a utilização de matérias-primas claras, de alta qualidade, que muitas vezes acabam sendo de baixa disponibilidade e de elevado custo.

Para o desenvolvimento de uma massa cerâmica, deve-se avaliar fundamentalmente três aspectos, sendo eles: as características do produto acabado, a fabricabilidade e os aspectos econômicos.

Com a industrialização atuando em grande escala, o uso de novas tecnologias, o aumento da população e a diversificação do consumo de bens e serviços, cada vez mais as matérias-primas estão se tornando escassas e, conseqüentemente, há o aumento do preço, o que acarreta em aumento do custo de produção.

A redução de custos é um desafio vivenciado por todas as empresas que querem se manter no mercado, e representa um dos recursos de gestão mais aplicados em períodos de baixa no mercado. Simon³ afirma que as organizações em períodos de crise, devem entender as causas da situação e identificar os problemas operacionais, na busca de soluções que tragam vantagens para competir no mercado. Diante de situações de crise, muitos gestores adotam a redução de custo como um jeito de garantir a continuidade do negócio. Nesses momentos são necessárias ações mais rápidas, com o objetivo de garantir a sobrevivência.

O sucesso das organizações, segundo Wileman⁴, depende não só do crescimento organizacional, mas

também do gerenciamento de custos. Nesse sentido, os negócios aplicam as atenções para questões dos custos operacionais, na mudança de estrutura das atividades e na valorização dos valores internos das organizações.

Leone e Leone⁵ definem que a redução de custos é um trabalho sistemático e que tem como objetivo o exame das atividades administrativas e operacionais, na busca da redução do consumo dos recursos utilizados. Este gerenciamento de custos é muito priorizado em períodos de crise econômica dos mercados, nesse caso, os gestores tem como finalidade atingir a redução dos custos sem que se tenha corte de atividades fundamentais para o processo e para a organização.

Para Monden⁶, existem duas fontes da melhoria de custos de produtos, sendo o *target costing* e o *kaizen costing*. *Target costing* é a fase de planejamento e desenvolvimento do produto, e *kaizen costing* é em relação as atividades de redução de custos efetuadas durante a etapa de produção. *Kaizen costing* são as melhorias contínuas aplicadas à redução de custos durante a etapa de produção e do ciclo de vida de um produto, podendo esta melhoria ser realizada de várias formas, reduzindo retrabalhos, utilizando materiais com melhor relação custo/benefício, fazendo a negociação com fornecedores. Esta etapa de melhoria deve ser controlada nos mínimos detalhes pela empresa a fim de que não ocorram projetos que subdimensionam peças, reduzam a qualidade do produto final, aumentem o número de retrabalhos, ou que de alguma forma reduza a confiança que o consumidor final tenha a favor da marca⁷.

Tendo em vista que a alta competitividade no mercado de revestimentos cerâmicos, tanto no Brasil como no exterior, fez com que os consumidores buscassem a melhor relação custo/benefício, e também que a qualidade final dos produtos fosse muito mais exigida.

Este artigo tem como objetivo empregar uma metodologia de reformulação de massas cerâmicas para redução de custo operacional na fabricação de porcelanato técnico, visando melhoria na qualidade dos produtos produzidos e redução de custo de produção.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho surgiu da necessidade da redução de custo e de melhoria de processo de uma formulação de massa de porcelanato técnico já conhecida, utilizada em uma empresa cerâmica da região sul de Santa Catarina. Esta massa era composta basicamente de 36% de argilas, 10% de caulim e 54% de feldspatos. Ao avaliar as matérias-primas utilizadas, percebeu-se que algumas não atendiam aos padrões de qualidade desejada e tinham um custo muito elevado (259 R\$/t). Além disso, alguns indicadores de qualidade do processo produtivo apresentavam valores abaixo da média. Durante o período de novembro/2016 a janeiro/2017, a qualidade do produto acabado e a quebra atingiram valores médio de 87,9 e 5,2%, respectivamente, abaixo da meta de 91,0 e 4,0%. Ao se reformular a composição, foi definida meta de redução de custo de 7%.

2.1. Planejamento (P)

A busca pela melhoria contínua requisitou um plano de trabalho para identificação de ações a serem tomadas, assim como a implantação de um plano de ação, utilizando a ferramenta da qualidade 5W2H, conforme Quadro 1. Além disso, após a execução das ações, fez-se o acompanhamento dos índices do processo e do cálculo da redução de custo.

2.2. Execução (D)

As atividades a serem executadas foram divididas em três etapas. A primeira etapa constituiu em um levantamento de fornecedores, que pudessem dispor de matérias-primas que teriam as características desejadas para a reformulação da massa, oferecendo ainda um preço diferenciado das mesmas. A segunda etapa foi a caracterização das matérias-primas e a elaboração de novas formulações, que mantivessem as características do produto final, mas com menor custo. Cada formulação foi moída em moinho de bolas por tempo suficiente para ser atingido o resíduo de 3,0% em peneira malha 325 mesh. A seguir, cada formulação foi secada em estufa laboratorial e o sólido obtido foi desintegrado e umidificado a 7,0%, para se obter pós, que foram posteriormente conformados por prensagem uniaxial (pressão específica de 420 kgf/cm²).

Após secagem em estufa de laboratório (100 ± 1 °C por 4 h), os corpos de prova foram queimados em forno industrial da unidade fabril estudada a 1220 °C por 40 min. Os corpos de prova queimados foram caracterizados com relação a retração de queima, absorção de água, resistência mecânica a flexão e determinação das coordenadas colorimétricas. A terceira etapa constituiu na análise dos resultados para se definir a nova formulação a ser testada em escala industrial.

2.3. Verificação (C)

A etapa de verificação das ações tomadas se baseou na apuração dos resultados de custo de produção obtidos e também nos indicadores do processo, como qualidade do produto final, quantidade produzida mensalmente e percentual de quebra.

2.4. Ações corretivas (A)

Os melhores resultados foram padronizados e implementados no processo produtivo, enquanto que as oportunidades de melhoria foram identificadas para serem avaliadas e implementadas futuramente, fazendo “rodar” o Ciclo PDCA na perspectiva da melhoria contínua (*Kaizen*).

3. Resultados e Discussão

Para a realização do trabalho, primeiramente foi elaborada uma lista de fornecedores capazes de fornecer matérias-primas com as características adequadas para a produção de porcelanato técnico, totalizando 6 novos fornecedores a serem estudados. Onze novas amostras de matérias-primas foram obtidas para o desenvolvimento do estudo, entre elas argilas, caulins e feldspatos. Destas, 4 foram selecionadas devido a melhor relação custo/benefício, identificadas na Tabela 1 como sendo

Quadro 1. Plano de Ação – 5W2H.

O QUE (What)	PORQUE (Why)	QUEM (Who)	QUANDO (When)	ONDE (Where)	COMO (How)	QUANTO (How Much)
Buscar novos fornecedores de matérias-primas	Substituir matérias-primas de baixa qualidade e elevado custo	Geologia e laboratório	Até 10.12.2016	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais	Pesquisando fornecedores que não forneçam para a empresa, solicitando amostras de matérias-primas para testes	Sem custo
Reduzir a utilização de matérias-primas com elevado custo	Diminuir o custo da formulação	Laboratório	Até 10.01.2017	Local de trabalho	Fazer alteração por outras matérias-primas	Sem custo
Reduzir a utilização de matérias-primas que apresentem baixa qualidade	Melhorar a estabilidade do material no processo e qualidade do produto acabado	Laboratório	Até 10.01.2017	Local de trabalho	Fazer alteração por outras matérias-primas	Sem custo
Realizar formulações em laboratório	Reduzir custo e melhorar os indicadores do processo	Laboratório	Até 15.01.2017	Local de trabalho	Utilizando as matérias-primas novas encontradas	Sem custo
Analisar resultados obtidos em laboratório	Definir nova formulação a ser colocada em processo	Laboratório	Até 20.01.2017	Local de trabalho	Reunião com a diretoria	Sem custo

Tabela 1. Formulações estudadas.

Matéria-prima	Custo (R\$/t)	Composição Padrão (%)	Composição Nova (%)
Albita A	332,44	46	9
Nefelina A	296,88	15	
Feldspato A	218,75		16
Feldspato B	298,71		25
Caulim A	87,18		9
Caulim B	154,51	9	6
Argila A	144,00		17
Argila B	137,17	20	14
Argila C	126,44	6	
Bentonita A	323,17	4	4
		100	100

Feldspato A, Feldspato B, Caulim A e Argila A. A Tabela 1 também mostra a formulação atual (Composição Padrão) e a formulação a ser testada (Composição Nova).

Os fatores levados em consideração para a formulação foram custo das matérias-primas, indicadores de qualidade e disponibilidade de fornecimento.

Tendo em conta que a Albita A não estava apresentando a qualidade desejada, baixa disponibilidade e elevado custo, representando 46% da formulação, a primeira ação tomada foi reduzir ao máximo o teor desta matéria-prima na formulação de 46 para 9%. O mesmo ocorreu com a Nefelina A, que por apresentar elevado custo e qualidade abaixo do esperado, foi totalmente retirada da formulação. Albita A e Nefelina A foram substituídas por Feldspato A e Feldspato B, com melhor relação custo/benefício.

A introdução da Argila A se deu por conta da substituição da Albita A, pois com a entrada do Feldspato A, a formulação ficou mais fundente, dando assim a oportunidade de se utilizar menos feldspatos e adicionar mais argilas. Além disso, foi substituído um material mais caro por outro de menor custo, mantendo as características técnicas. Aproveitando a semelhança de características técnicas e custo, foi substituído 6% de Argila B por Argila A, além de se eliminar a Argila C.

A inclusão do Caulim A na formulação se deu diretamente pelo seu custo, em especial pelo baixo custo de frete. Porém, além do custo baixo (R\$ 87,18/t), é um material de ótimas características técnicas para a produção de um porcelanato, permitindo assim substituir parcialmente o Caulim B.

Durante o desenvolvimento das novas composições de massa, seus custos foram estudados, resultando no custo apresentado na Tabela 2. Os custos das matérias-primas apresentados na Tabela 2 consideram não apenas o preço da matéria-prima bruta, mas também o custo de transporte e de impostos.

O principal ponto a ser avaliado é a diminuição da Albita A e a eliminação da Nefelina A, pois as duas representavam 61% da composição, e tinham um custo muito alto, de R\$ 332,44/t e R\$ 296,88/t, respectivamente.

Comparando-se os custos da Composição Padrão e da Composição Nova, observa-se redução de R\$ 259,31/t para R\$ 213,32/t, representando 17,73% de redução de custo. Considerando-se uma produção de massa de 15.000 t/mês na unidade fabril em questão, a economia foi de R\$ 689.745,00/mês (R\$ 8.276.940,00/ano). Isto representa a possibilidade de se aumentar a margem de lucro do produto ou aumentar a competitividade deste produto no mercado.

Tabela 2. Custo das composições estudadas.

Matéria-prima	Custo (R\$/t)	Custo Composição Padrão (R\$/t)	Custo Composição Nova (R\$/t)
Albita A	332,44	152,92	29,92
Nefelina A	296,88	44,53	
Feldspato A	218,75		35,00
Feldspato B	298,71		74,68
Caulim A	87,18		7,85
Caulim B	154,51	13,91	9,27
Argila A	144,00		24,48
Argila B	137,17	27,43	19,20
Argila C	126,44	7,59	
Bentonita A	323,17	12,93	12,93
	R\$/t	259,31	213,32
	R\$/mês	3.889.612,50	3.199.867,50
	R\$/m²	6,31	5,19
	Redução de custo (%)	17,73	

O que explica o valor muito expressivo de redução de custo é que a formulação antiga estava em produção há 5 anos, sem haver significativas mudanças ou introdução de novos materiais. Com o estudo realizado, conseguiu-se encontrar no mercado matérias-primas com um custo muito menor e até mesmo de melhor qualidade e capacidade de fornecimento, o que possibilitou a obtenção de nova formulação com custo 17,73% menor. Além disso, manteve-se as características técnicas do produto e se

conseguiu obter melhorias significativas nos indicadores do processo, conforme mostrado nas Figuras 1, 2 e 3.

Durante a realização do estudo, observou-se o comportamento da qualidade do produto final desde o mês de novembro de 2016, onde era a composição antiga no processo, até abril de 2017, sendo que em 24 de janeiro, iniciou a produção da nova composição, conforme Figura 1.

Na Figura 1 pode-se notar o impacto da nova formulação na qualidade do produto final. O acompanhamento da

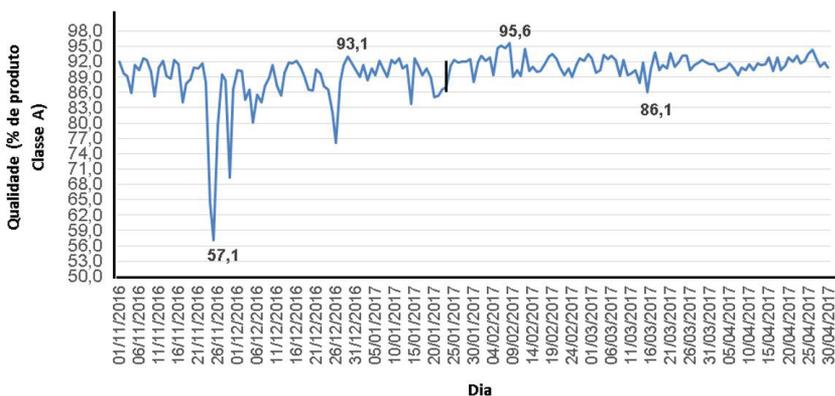


Figura 1. Qualidade (% de produto Classe A) no período entre novembro/2016 e abril/2017.

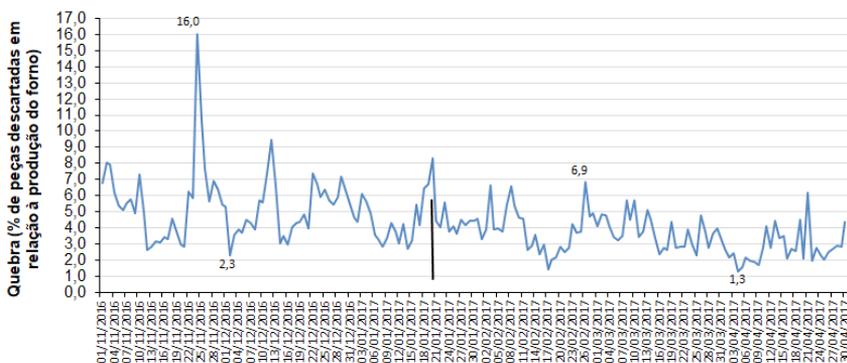


Figura 2. Quebra (% de peças descartadas em relação à produção do forno) no período entre novembro/2016 e abril/2017.

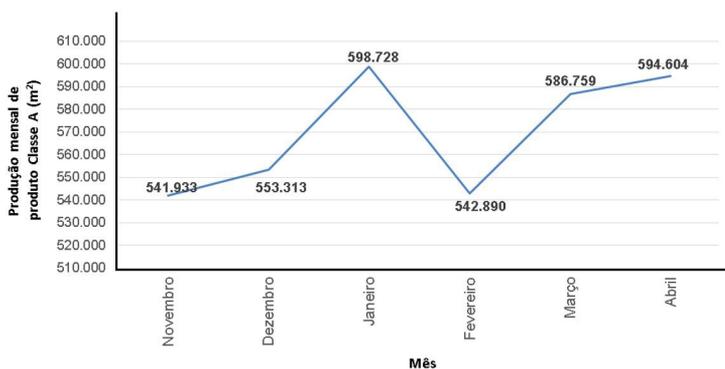


Figura 3. Produção mensal de produto Classe A (m²).

qualidade foi feito diariamente, com a finalidade de se observar seu comportamento antes e depois das alterações. Nota-se que de novembro/2016 até o dia 23/01/2017, o processo apresentou elevada variação na qualidade, chegando a um mínimo de 57,1% e um máximo de 93,1%. A média de qualidade durante todo este período foi de 87,9%. Já no período de 24/01/2017, onde se deu início à produção com a nova composição, até o fim do mês de abril/2017, o processo se mostrou mais estável e com melhores valores de qualidade, obtendo-se um valor mínimo de 86,1% e um máximo de 95,6%, com a média de qualidade durante este período de 91,6%, o que é um ganho de 3,7 pontos percentuais após as alterações realizadas.

Grande parte desse aumento de qualidade e estabilidade do processo se deu pela maior qualidade das matérias-primas agora utilizadas, pois matérias-primas que não estavam apresentando boa relação custo/benefício foram diminuídas ou até mesmo retiradas da composição. Além disso, a diminuição da quantidade utilizada de algumas matérias-primas permite aos fornecedores formar lotes maiores e de melhor qualidade, garantindo assim a estabilidade das matérias-primas, consequentemente refletindo diretamente no desempenho do processo.

Com este aumento da qualidade, ou seja, aumento da produção em Classe A, a empresa apresenta maior lucratividade com as vendas, pois o preço de venda de um produto Classe A é maior do que o produto Classe C. Supondo que em um mês a produção total da empresa tenha sido de 550.000 m², com 87,9% em “A”, e um preço de venda de R\$ 35,00/m², o faturamento apenas considerando a venda dos produtos Classe A seria de R\$ 16.920.750,00. Já considerando a qualidade de 91,6%, o faturamento seria de R\$ 17.633.000,00.

Assim como a qualidade, a quebra foi analisada anterior e posteriormente às alterações. O período analisado foi de novembro/2016 a abril/2017, conforme mostra a Figura 2. A Figura 2 mostra que o desempenho da nova formulação também teve impacto no percentual de quebra durante a produção. O acompanhamento diário de quebra realizado durante o período de estudo mostra valores elevados de quebra de até 16,0% com o emprego da composição padrão. A média durante esse período é de 5,2%, acima do estabelecido como meta da empresa, que é de no máximo 4,0%.

Analisando-se o período após a substituição da Composição Padrão pela Composição Nova, ocorrida em 23/01/2017, o cenário mudou. Apesar de ainda ocorrer grandes picos de quebra de até 6,9%, o valor mínimo registrado foi de 1,3%. De um modo geral, a quebra diminuiu e apresentou média de 3,5% durante todo este período, o que fica dentro da meta de 4,0%.

Assim como na análise da Figura 1, a melhora deste indicador se dá por conta da qualidade e estabilidade das matérias-primas utilizadas. Além disso, o percentual de argilas e caulins da nova formulação é maior. Possivelmente tenha ocorrido aumento da plasticidade da Composição Nova, aumentando a resistência mecânica das peças durante o processo, diminuindo assim a quebra.

A redução de quebras gera ainda outros fatores positivos para a estabilidade do processo. Pode-se citar, por exemplo, quando se tem valores altos de quebra, essas podem danificar equipamentos, o que tomaria muito tempo de mecânicos para manutenção dos mesmos. No entanto, com valores baixos de quebra, esses problemas tendem a acontecer com menor frequência, reduzindo o tempo de parada de máquina. Isto aumenta a estabilidade do processo. Além disso, a redução da quebra representa aumento da produção, em quantidade total de peças, como será demonstrado a seguir, e de melhor qualidade, como já demonstrado na Figura 1.

Outro indicador analisado foi a quantidade produzida mensalmente, como mostrado na Figura 3.

É notável na Figura 3 que a partir do mês de janeiro, onde foi dado início a produção com a nova formulação, obteve-se aumento da quantidade produzida mensalmente de produto Classe A. A média diária de produção de produto Classe A entre novembro/2017 até o dia 23/01/2017, antes do início da nova composição no processo, foi de 18.750 m²; já a partir do dia 24/01/2017 até o fim do mês de abril, a produção diária de produto Classe A passou a ser de 19.389 m². A produção em fevereiro/2017 foi obviamente menor, porque foi um mês de 28 dias. Entretanto, a média diária neste mês foi de 19.388,9 m².

O aumento de produção está diretamente relacionado à estabilidade do processo e com a redução de quebra, pois com um processo estável e baixos números de quebra se evita paradas de máquina, reduzindo-se também o custo de manutenção e, consequentemente, o custo operacional.

4. Conclusões

O custo final de um porcelanato técnico está diretamente relacionado ao custo das matérias-primas utilizadas para sua fabricação. Sendo assim, o estudo buscou fornecedores que disponibilizassem novas matérias-primas com melhor custo/benefício, para a reformulação da massa cerâmica utilizada. Este estudo possibilitou o desenvolvimento de uma nova formulação de massa para porcelanato, viável econômica e operacionalmente para a empresa em questão, além de proporcionar benefícios significativos sob a ótica custo/benefício e para o processo produtivo, respeitando as características finais do produto final. Com a substituição das matérias-primas, notou-se o grande impacto e influência das mesmas no custo de produção de uma massa cerâmica, atingindo um valor de 17,73%. Além disso, observou-se melhor trabalhabilidade e estabilidade do processo produtivo. A qualidade do produto (percentagem de produto Classe A) aumentou 3,7 pontos percentuais, enquanto que ocorreu redução de 1,7 pontos percentuais na quebra e aumento de produção de 639,3 m²/dia. Outros ganhos observados foram redução do tempo de parada de máquina e diminuição no custo de manutenção. A metodologia de PDCA foi eficientemente empregada para que as metas propostas fossem atingidas e até mesmo superadas. Para que novos níveis de qualidade e de produção sejam alcançados, o ciclo PDCA deve ser empregado na perspectiva da melhoria contínua.

Referências

1. MENEGAZZO, A. P. M., LEMOS, F. L. N., PASCOAL, J. O. A. *et al.* **Grês Porcelanato. Parte I: Uma abordagem mercadológica.** Cerâmica Industrial, v. 5, n. 5, 7-10, 2000.
2. OLIVEIRA, A. P. N. **Grês Porcelanato: aspectos mercadológicos e tecnológicos.** Cerâmica Industrial, v.3, n.3, 34-41, 1998.
3. SIMON, H. **Sem Crise: 33 ações para sua empresa evitar percalços e atingir os resultados em qualquer cenário.** São Paulo: Gente. 2009, 232 p.
4. WILEMAN, A. **A Gestão Estratégica da Redução de Custos: como administrar e reduzir custos de forma inteligente.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009, 199 p.
5. LEONE, G. S. G., LEONE, R. J. G. **Os 12 Mandamentos da Gestão de Custos.** Rio de Janeiro: FGV, 2007. 256 p.
6. MONDEN, Y. **Sistemas de redução de custos: custo alvo e custo Kaizen.** Porto Alegre: Bookman, 1999.
7. COGAN, S. **Custos e Preços - Formação e Análise.** São Paulo: Pioneira, 1999. 157 p.