

D O S S I Ê T É C N I C O

Louças e porcelanas de uso doméstico

Cecília Chicoski da Silva
Jefferson Chicoski da Silva

Instituto de Tecnologia do Paraná

Dezembro
2007

Sumário

1 INTRODUÇÃO	2
2 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR	3
3 MATÉRIAS-PRIMAS	4
3.1 Matérias-primas naturais	4
3.1.1 Argilas.....	4
3.1.2 Feldspato	5
3.1.3 Andalusita – cianita – silimanita	5
3.2 Matérias-primas sintéticas	5
3.2.1 Alumita eletrofundida branca (óxido de alumínio eletrofundido branco)	5
3.2.2 Óxido de zinco	6
4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO	6
4.1 Louças e porcelanas	6
4.2 Fabricação de porcelanas	7
4.2.1 Características e produção de porcelana.....	7
4.2.2 Matéria-prima.....	7
4.2.3 Processo de fabricação	7
4.3 Processo de fabricação de porcelanas e faianças (louças)	9
4.4 Esmaltação e decoração	10
4.4.1 Tipos de esmaltes.....	11
4.4.2 Preparação do esmalte (vidrado).....	11
4.4.3 Corantes	11
5 EQUIPAMENTOS	12
5.1 Moinho de bolas	12
5.2 Agitador	12
5.3 Forno	13
5.4 Cabine de pintura	14
5.5 Peneiras	14
5.6 Queimadores	15
5.7 Tornos	15
6 FATORES RELAVANTES À QUALIDADE DO PRODUTO	16
7 NORMAS TÉCNICAS	17
8 TIPOS DE UTENSÍLIOS PRODUZIDOS	17
Conclusões e recomendações	19
Referências	19
Anexo 1 - Padronização e nomenclatura de peças de louça	20
Anexo 2 – Associações de cerâmica	26
Anexo 3 – Fornecedores de matéria-prima	27

Título

Louças e porcelanas de uso doméstico

Assunto

Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários não especificados anteriormente

Resumo

Este dossiê abordará sobre a fabricação de cerâmicas de uso doméstico: matérias-primas, processo de fabricação (preparação da massa, formação das peças, tratamento térmico, acabamento, esmaltação e decoração), equipamentos, tecnologia de produção, aditivos químicos utilizados e tipos de utensílios produzidos.

Palavras-chave

Argila; cerâmica; fabricação; faiança; louça; porcelana; utensílio doméstico

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem, existindo a mais de dez mil anos. Do grego "kéramos" (terra queimada ou argila queimada) é um material de imensa resistência, sendo freqüentemente encontrado em escavações arqueológicas. Quando saiu das cavernas e se tornou um agricultor, o homem necessitava não apenas de um abrigo, mas de vasilhas para armazenar a água, os alimentos colhidos e as sementes para a próxima safra. Tais vasilhas tinham que ser resistentes ao uso, impermeáveis a umidade e de fácil fabricação, tais facilidades foram encontradas na argila.

A cerâmica é uma atividade de produção de artefatos a partir da argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida e depois da secagem em altas temperaturas, oferece rigidez e resistência através da fusão de certos componentes na massa.

A cerâmica passou a substituir a pedra trabalhada, a madeira e mesmo as vasilhas (utensílios domésticos) feitas de frutos como o choco ou a casca de certas cucurbitáceas (porungas, cabaças e catutos). As primeiras cerâmicas que se tem notícia são da Pré-História: vasos de barro, sem asa, que tinham cor de argila natural ou eram escurecidas por óxidos de ferro.

No Brasil, a cerâmica tem seus primórdios na Ilha de Marajó. A cerâmica marajoara tem sua origem na avançada cultura indígena que floresceu na ilha. Estudos arqueológicos, contudo, indicam que a presença de uma cerâmica mais simples ocorreu, ainda, na região amazônica por volta de 5.000 anos atrás. Era considerada altamente elaborada e de uma especialização artesanal que compreendia várias técnicas: raspagem, incisão, excisão e pintura.

Mesmo desconhecendo o torno e operando com instrumentos rudimentares, o índio conseguiu criar uma cerâmica de valor, que dá a impressão de superação dos estágios primitivos da Idade da Pedra e do Bronze.

A tradição ceramista não chegou, então, ao Brasil com os portugueses ou veio na bagagem cultural dos escravos. Os índios aborígenes já tinham firmado a cultura do trabalho em

barro quando Cabral aqui aportou. Por isso, os colonizadores portugueses, instalando as primeiras olarias nada de novo trouxeram, mas estruturaram e concentraram a mão-de-obra.

O rudimentar processo aborígine, no entanto, sofreu modificações com as instalações de olarias nos colégios, engenhos e fazendas jesuítas, onde se produzia além de tijolos e telhas, também louça de barro para consumo diário.

A introdução de uso do torno e das “rodadeiras”, parece ser a mais importante dessas influências, que se fixou especialmente na faixa litorânea dos engenhos, nos povoados, nas fazendas, permanecendo nas regiões interioranas as práticas manuais indígenas. Com essa técnica passaram a haver maior simetria na forma, acabamento mais perfeito e menor tempo de trabalho.

Do calor do sol, para os fornos atuais utilizados para tornar as peças mais firmes, a história da cerâmica percorreu e auxiliou no cotidiano de todos os povos. Da Era Neolítica aos dias de hoje, os artistas continuam com seus dedos ágeis transformando blocos de argila e criando novas utilidades para a população.

Com a prosperidade da cerâmica, cada povo descobriu seu estilo próprio, e com isso, surgiram novas técnicas. Foi assim, que os artífices chineses, desde a metade do terceiro milênio antes de Cristo, criaram objetos de design, pintados e esmaltados. Foram justamente eles os primeiros a usar, a partir do segundo século antes da nossa era, um finíssimo pó branco, o caulim, que permite fabricar vasos translúcidos e leves. Nasce, então, a porcelana.

A difusão da porcelana não foi notável antes do século XVIII. Com a utilização da porcelana, a cerâmica alcançou níveis elevados de sofisticação. Na China, a porcelana se desenvolveu dando origem a produtos de decoração e de utilização à mesa.

2 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

A cerâmica tem um papel importante para economia do país, com participação no PIB (Produto Interno Bruto) estimado em 1%, correspondendo à cerca de 6 bilhões de dólares. A abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada.

O setor industrial da cerâmica é bastante diversificado e pode ser dividido nos seguintes segmentos: cerâmica vermelha, materiais de revestimento, materiais refratários, louça sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça de mesa, cerâmica artística (decorativa e utilitária), filtros cerâmicos de água para uso doméstico, cerâmica técnica e isolantes térmicos.

No Brasil existem todos estes segmentos, com maior ou menor grau de desenvolvimento e capacidade de produção. Além disso, existem fabricantes de matérias-primas sintéticas para cerâmica (alumina calcinada, alumina eletrofundida, carbetos de silício e outras), de vidrados e corantes, gesso, equipamento e alguns produtos químicos auxiliares.

A produção é concentrada em algumas regiões. A região de Criciúma, em Santa Catarina, que tem reconhecimento como pólo internacional, concentra as maiores empresas brasileiras. Nessa região, as empresas produzem com tecnologia via úmida e competem por design e marca, em faixas de preços mais altas.

Em São Paulo, a produção está distribuída em dois pólos: Mogi Guaçu e Santa Gertrudes. A região metropolitana de São Paulo conta com algumas empresas, mas não se configura um pólo. As empresas da capital e Mogi Guaçu produzem com tecnologia via úmida, enquanto em Santa Gertrudes a tecnologia utilizada pela maioria das empresas é via seca.

O nordeste brasileiro pode se tornar um pólo em futuro próximo, devido às condições favoráveis de existência de matéria-prima, energia viável e um mercado consumidor em desenvolvimento, além de boa localização geográfica para exportação.

Quadro 1 - Cerâmica no Brasil em 2003 – números do setor: louça de mesa

LOUÇA DE MESA	
Número de empresas	200
Capacidade instalada (peças/ano)	167.000.000
Produção (peças/ano)	134.000.000
Faturamento (US\$ milhões)	70
Empregos diretos	20.000

Fonte: ABC

3 MATÉRIAS-PRIMAS

3.1 Matérias-primas naturais

São aquelas utilizadas como são extraídas da natureza ou que foram submetidas a algum tratamento físico para eliminação de impurezas indesejáveis, ou seja, sem alterar a composição química e mineralógica dos componentes principais.

3.1.1 Argila

Argila é um material natural, de textura terrosa, de granulação fina, constituída essencialmente de argilominerais, podendo conter outros minerais que não são argilominerais (quartzo, mica, pirita, hematita, etc), matéria orgânica e outras impurezas. Os argilominerais são os minerais característicos das argilas; quimicamente são silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, contendo em certos tipos outros elementos como ferro, potássio, lítio e outros.

Graças aos argilominerais, as argilas na presença de água desenvolvem uma série de propriedades tais como: plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade de suspensões aquosas que explicam sua grande variedade de aplicações tecnológicas. Os principais grupos de argilominerais são caulinita, illita e esmectitas ou montmorilonita.

O que diferencia estes argilominerais é basicamente o tipo de estrutura e as substituições que podem ocorrer, dentro da estrutura, do alumínio por magnésio ou ferro, e do silício por alumínio ou ferro, principalmente e conseqüente neutralização das cargas residuais geradas pelas diferenças de cargas elétricas dos íons por alguns cátions. Dessa forma, na caulinita praticamente não ocorre substituição, na illita ocorre substituição e o cátion neutralizante é o potássio; na montmorilonita também ocorrem substituições e os cátions neutralizantes podem ser sódio, cálcio, potássio e outros. Isto implica em diferenças nas características de interesse para as diversas aplicações tecnológicas.

Como exemplo, argilas constituídas essencialmente pelo argilomineral caulinita são as mais refratárias, pois são constituídas essencialmente de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), enquanto que os outros, devido à presença de potássio, ferro e outros elementos, têm a refratariedade sensivelmente reduzida. A presença de outros minerais, muitas vezes considerados como impurezas, pode afetar substancialmente as características de uma argila para uma dada aplicação; daí a razão, para muitas aplicações, de se eliminar por processos físicos os minerais indesejáveis. Processo este chamado de beneficiamento.

Em função principalmente das possibilidades de emprego tecnológico, que são influenciadas pela gênese e pela composição mineralógica do material, em muitos casos as argilas recebem designações como: caulins, bentonitas, argilas refratárias, *flint-clays* e *ball clays*.

As argilas apresentam uma enorme gama de aplicações, tanto na área de cerâmica como

em outras áreas tecnológicas. Pode-se dizer que em quase todos os segmentos de cerâmica tradicional a argila constitui total ou parcialmente a composição das massas. De um modo geral, as argilas que são mais adequadas à fabricação dos produtos de cerâmica vermelha apresentam em sua constituição os argilominerais illita, de camadas mistas illita-montmorilonita e clorita-montmorilonita, além de caulinita, pequenos teores de montmorilonita e compostos de ferro.

As argilas para materiais refratários são essencialmente caulínicas, devendo apresentar baixos teores de compostos alcalinos, alcalinos-terrosos e de ferro; podendo conter ainda em alguns tipos a gibbsita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). As argilas para cerâmica branca são semelhantes às empregadas na indústria de refratários; sendo que para algumas aplicações a maior restrição é a presença de ferro e para outras, dependendo do tipo de massa, além do ferro a gibbsita. No caso de materiais de revestimento são empregadas argilas semelhantes às utilizadas para a produção de cerâmica vermelha ou as empregadas para cerâmica branca e materiais refratários.

3.1.2 Feldspato

O termo feldspato cobre uma série de alumino-silicatos alcalinos ou alcalinos terrosos. Os feldspatos naturais são normalmente uma mistura em diversas proporções de alumino-silicatos de potássio, de sódio, de cálcio, de lítio e, ocasionalmente, de bário e de célio.

Para a indústria cerâmica os feldspatos de maior importância são o potássico ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) e o sódico ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), por terem temperatura de fusão relativamente baixa e assim sendo empregados como geradores de “massa vítrea” nas massas cerâmicas e nos vidrados. No entanto, eles dificilmente são encontrados puros, em geral se apresentam em mistura, podendo também estar associados a outras impurezas.

É aplicado na fabricação de vidro, fritas, esmaltes (vidrados), placas cerâmicas, isoladores elétricos de porcelana, louça de mesa e louça sanitária.

3.1.3 Andalusita – cianita - silimanita

Estes três silicatos de alumínio têm a mesma fórmula química $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, correspondendo a um teor teórico em óxido de alumínio de 62,7% e em sílica de 37,3%. Os três minerais diferem pela estrutura cristalina e pelo comportamento térmico.

Na prática comercial há uma grande confusão quanto à terminologia desses minerais, sendo que muitos países adotam erroneamente o termo silimanita ou cianita para designar indistintamente os três minerais.

É aplicado na fabricação de refratários aluminosos e também para a produção de alguns tipos de porcelana.

3.2 Matérias-primas sintéticas

São aquelas que individualmente ou em mistura foram submetidas a um tratamento térmico, que pode ser calcinação, sinterização, fusão e fusão/redução e as produzidas por processos químicos.

3.2.1 Alumita eletrofundida branca (óxido de alumínio eletrofundido branco)

O processo de fabricação assemelha-se ao da fabricação de óxido de alumínio eletrofundido a partir do bauxito, diferindo, somente, quanto às matérias-primas da carga e ao fato de não haver redução quando da eletrofusão. Neste caso, emprega-se como matéria-prima apenas a alumina. Em alguns casos é adicionado à alumina, pequenos teores de óxido de cromo.

É utilizada na indústria de abrasivos e de refratários e em algumas massas de porcelana em substituição ao quartzo.

3.2.2 Óxido de zinco

Existem alguns processos para obtenção do Óxido de zinco, entre os quais o que é obtido através da volatilização do zinco metálico. O metal zinco (99,995% mim.) provém de sucessivos processos de beneficiamento de seus minérios; ex: esfalerita (ZnS), smithsonita (ZnCO₃), calamina (2ZnO.SiO₂.H₂O) e willenita (2ZnO.SiO₃) e hidrometalurgia (ustulação, purificação e eletrólise).

Em síntese o processo consiste na redução do Zn metálico que ocorre a altas temperaturas através da reação com o oxigênio presente na atmosfera. Este é captado por um sistema de exaustão e purificado por filtros especiais, homogeneizado e embalado. O óxido de zinco assim obtido pode atingir a pureza da ordem de 99,9%.

É utilizado em composições de esmaltes (vidrados) e pigmentos cerâmicos fabricação de varistores, empregados como componentes de pára-raios.

4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Por definição, a cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. O setor cerâmico é amplo e heterogêneo, dividido em sub-setores ou segmentos em função de diversos fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização. Dessa forma, a classificação em geral, é adotada como:

- cerâmica vermelha;
- materiais de revestimento (placas cerâmicas);
- cerâmica branca;
- materiais refratários;
- isolantes térmicos;
- vidro, cimento e cal;
- cerâmica de alta tecnologia/cerâmica avançada.

4.1 Louças e porcelanas

A fabricação de louças e porcelanas de uso doméstico é um segmento do setor de cerâmica branca. O setor de cerâmica branca agrupa uma grande variedade de produtos, tais como louças e porcelanas (utilitárias e decorativas), sanitários e porcelana técnica, que se diferenciam, entre outros fatores, pela temperatura de queima e pela composição da massa, notadamente o tipo de fundente. A massa é do tipo composta, constituídas de argilas plásticas de queima branca, caulins, quartzo e fundentes (feldspato, filito, rochas feldspáticas, carbonatos).

A expressão “cerâmica branca” é proveniente do fato de que, no passado, devido à transparência dos vidrados, procurava-se produzir corpos brancos e isentos de manchas. Posteriormente, com o advento dos vidrados opacos, essa exigência deixou de existir.

Uma classificação usual da cerâmica branca baseia-se no teor em peso da água absorvida pelo corpo cerâmico, denominando-se:

- porcelana quando a absorção é zero (pode-se admitir até 0,5%);
- grês são designados os materiais com baixíssima absorção (geralmente entre 0,5% e 3%);
- louça (ou faiança, maiólica, pó-de-pedra) refere-se os corpos mais porosos (geralmente superior a 3%).

Entretanto, esta classificação não é apresentada com precisão quantitativa quanto as suas características, sobretudo ao limite da absorção d'água.

As **porcelanas** são fabricadas com massas constituídas a partir de argilominerais (argila plástica e caulim), quartzo e feldspato bastante puros, que são queimados a temperaturas superiores a 1250°C. Os produtos apresentam porosiidade próxima a zero e

compreendem:

- a porcelana doméstica e de hotelaria (pratos, xícaras, jogos de chá, etc.);
- porcelana elétrica (isoladores e peças para componentes eletroeletrônicos);
- a porcelana técnica, que apresenta elevada resistência física ou ao ataque químico.

O **grês** é feito a partir de matérias-primas menos puras, podendo incluir rochas cerâmicas como granito, pegmatito e filito como fundentes, ao invés de feldspato puro. Os produtos são queimados por volta de 1250°C e apresentam absorção de água reduzida (geralmente entre 0,5% e 3%). Os principais produtos são os artigos sanitários, também denominados de louças sanitárias, que inclui as diversas peças de lavatório e higiene.

Os produtos **faiança** (louças) são compostos de massas semelhantes ao grês, mas usualmente podem incorporar, diferentemente da composição do grês, fundentes carbonáticos, portadores dos minerais calcita e dolomita. As peças são fabricadas a temperaturas inferiores a 1250°C e caracterizam-se pela maior porosidade (> 3%) e menor resistência do que as porcelanas e o grês. Seus produtos incluem aparelhos de jantar, aparelhos de chá, xícaras e canecas, peças decorativas, etc.

Os processos de fabricação podem diferir de acordo com o tipo de peça ou material a ser fabricado. Em geral os processos compreendem as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, formação das peças, tratamento térmico e acabamento, que em muitos produtos são submetidos a esmaltação e decoração.

4. 2 Fabricação de porcelanas

4.2.1 Características e produção de porcelana

A porcelana é um produto branco impermeável e translúcido. Ela se distingue de outros produtos cerâmicos, especialmente da louça, pela sua vitrificação, transparência, resistência, completa isenção de porosidade e sonoridade.

4.2.2 Matéria-prima

Na fabricação de porcelanas são utilizadas: argila, quartzo, caulim (caulim é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, como a caulinita e a haloisita e apresenta características especiais que permitem sua utilização no fabrico de papel, cerâmica, tintas, etc.) e feldspato.

Estes materiais são encontrados em minas, cuidadosamente lavados e purificados.

4.2.3 Processo de fabricação

O processo divide-se em cinco etapas:

1 - Modelagem

É a etapa de criação de um molde de gesso, para torneir uma peça.

2 - Massa

É uma etapa estritamente técnica, deve ser executada sob a supervisão direta de um controle de qualidade, para garantir a exatidão na composição da massa, que deve conter:

Argila - 10%
Caulim - 40%
Feldspato - 25%
Quartzo 25%

Tipos de massa:

a) pastosa

É utilizada em peças estampadas a torno. Depois de misturada, a massa é peneirada, em seguida é colocada em filtropressas (equipamento de filtragem da água sob pressão), que tem por finalidade retirar o excesso de água deixando aproximadamente 25% de umidade. A massa prensada é retirada e acondicionada em depósitos de envelhecimento, para sua conservação até a etapa subsequente de vácuo, que transforma a massa em uma mistura homogênea e sem ar. Neste momento, atinge maior grau de plasticidade, podendo ser torneada.

b) líquida

Trata-se da mesma massa, porém diluída. Contém aproximadamente 30% de água.

3 - Fabricação

a) automático

Peças estampadas a torno (redondas) são responsáveis por 90% deste processo, utilizado para produzir pratos, pires, xícaras, tigelas e saladeiras pequenas.

b) manual

Para as peças de maior dimensão, como: saladeiras grandes, prato de arroz e prato de bolo. Um outro processo manual, também chamado de colagem, consiste em estampar peças a líquido (ocas, ovais e retangulares). Consiste em encher formas de gesso com a massa líquida. Depois de decorrido o tempo necessário para formação das paredes na espessura desejada (absorção da água pelo gesso), o excesso de massa é despejado. Os cabos e alças passam pelo mesmo processo e são colados manualmente. As peças obtidas por colagem são: bules, leiteiras, cafeteiras, sopeiras, manteigueiras, açucareiros, travessas, etc. Após a secagem, todas as peças são esponjadas para corrigir eventuais imperfeições.

4 - Queima

A queima provoca a modificação fundamental nas propriedades das massas cerâmicas, dando lugar a um material duro e resistente. É, portanto, a etapa mais importante de todo o processo de fabricação.

A queima dos materiais cerâmicos não implica simplesmente em elevar a uma determinada temperatura, mas também em ter como grau de importância as velocidades de aquecimento, de resfriamento e o tempo de permanência à temperatura máxima.

Depois de secas, as peças sofrem a primeira queima, denominada biscoito, a 900°C, cujo objetivo é dar às peças resistências e porosidade para a perfeita absorção do verniz. Nesta etapa as peças adquirem um tom rosado. O verniz é composto pelos mesmos materiais da massa, porém em quantidades diferentes.

Através de um processo manual de imersão, o verniz adere à superfície da peça, formando uma película de cobertura. Após a aplicação do verniz ocorre uma segunda queima, que é realizada a uma temperatura que varia entre 1380°C a 1400°C.

Nesta fase, a massa torna-se completamente compacta, totalmente sem porosidade, adquirindo cor branca e vitrificada (fusão do verniz sobre a massa). Esta segunda queima dura em média 31 horas, podendo chegar até 89 horas, dependendo da extensão do forno utilizado.

As peças já prontas são encaminhadas para o setor de classificação, que controla a qualidade do produto, que então é lixado e pronto para ser decorado.

5 - Decoração

A decoração da porcelana é feita de duas formas: com a aplicação de decalques e a de filetes. Algumas peças recebem os dois processos em uma mesma operação.

Os decalques são adesivos que são aplicados nas peças com o máximo de cuidado. Após ser colocado na posição correta, passa-se uma borracha para fixá-lo.

Os filetes são aplicados com dois tipos de pincéis: a trincha (pincel largo e sem ponta) e o pincel fino (de ponta fina e delicada). As peças são colocadas em um torno para que possam girar livremente, assim a mão do filetador pode ficar apoiada e fixa, evitando falha no filete.

O processo de aplicação do decalque na porcelana pode ter dois tipos de queima: uma chamada "sobre esmalte", onde a peça é levada ao forno numa temperatura de aproximadamente 800°C.

O outro tipo, que é uma tecnologia chamada "fogo forte", ou seja, a peça a uma temperatura de aproximadamente 1200°C, sendo que, com este tipo de queima, o decalque se funde com o esmalte que a porcelana tem na superfície, garantindo que a decoração nunca sofra desgaste.

Após a decoração, as peças passam pelo controle de qualidade e a seguir sofrem a segunda queima para fixação do decalque e/ou filete.

Atualmente, em algumas decorações o filete já está no decalque (adesivo), reduzindo assim o processo em apenas uma queima.

Após as queimas, a porcelana é lixada para retirar algum resíduo do decalque. Após esta operação a mercadoria já pode ser embalada e comercializada.

4.3 Processo de fabricação de porcelanas e faianças (louças)

O fluxograma abaixo descreve o processo de fabricação da cerâmica em porcelana e faianças (FIG. 1).

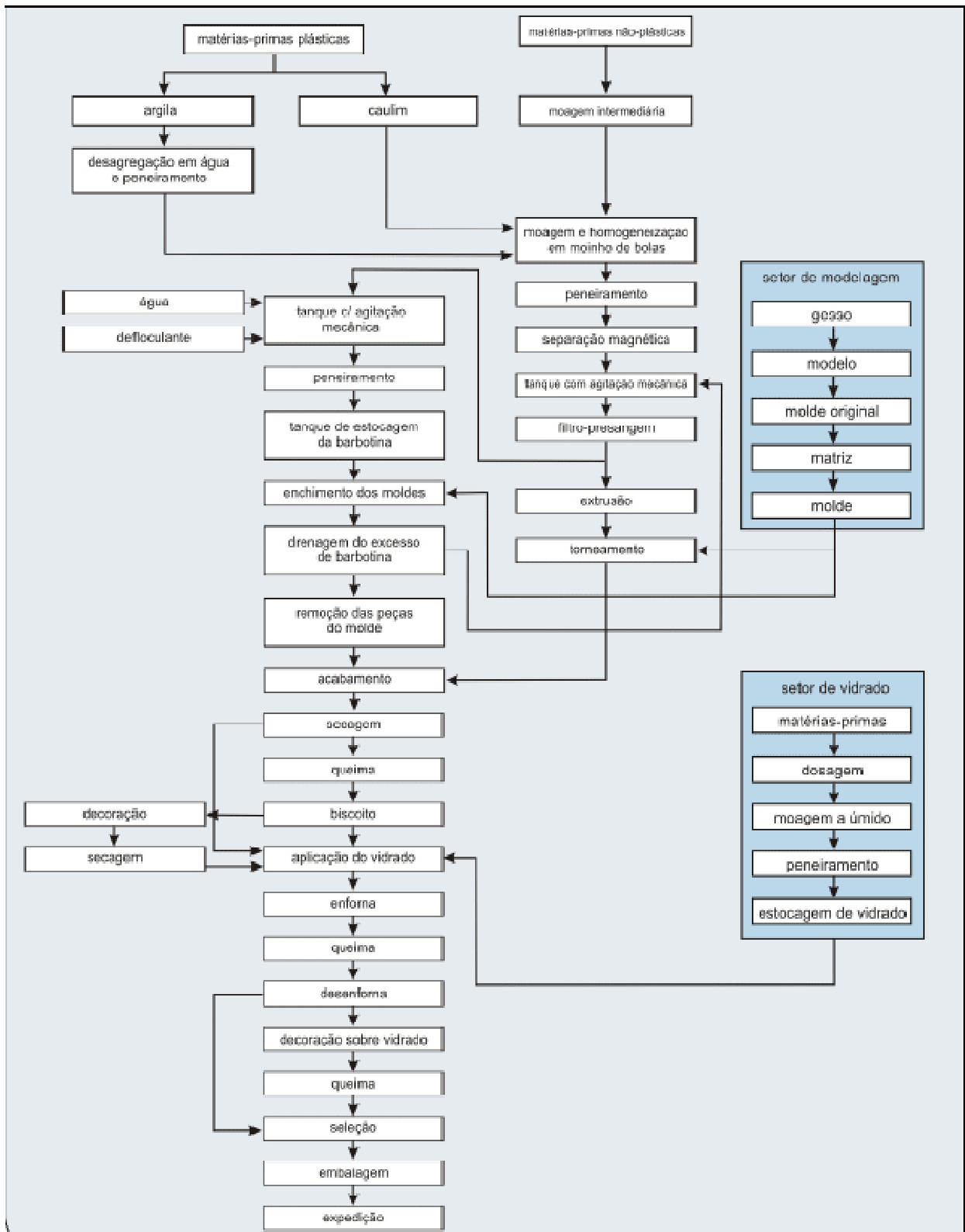


Figura 1 - Processo de fabricação de cerâmica artística (utilitária e decorativa) em porcelanas e faianças
Fonte: ABC

4.4 Esmaltação e decoração

Muitos produtos cerâmicos, como louça sanitária, louça de mesa, isoladores elétricos, materiais de revestimento e outros, recebem uma camada fina e contínua de um material denominado de esmalte ou vidrado, que após a queima adquire o aspecto vítreo. Esta camada vítrea contribui para os aspectos estéticos, higiênicos e melhoria de algumas propriedades como a mecânica e a elétrica.

As composições dos esmaltes (vidrados) são inúmeras e sua formulação depende das

características do corpo cerâmico, das características finais do esmalte e da temperatura de queima.

4.4.1 Tipos de esmaltes

Os esmaltes (vidrados) podem ser classificados em cru, de fritas ou uma mistura de ambos.

Esmalte cru - constitui-se de uma mistura de matérias-primas numa granulometria bastante fina, que é aplicada, na forma de suspensão, à superfície da peça cerâmica. Na operação de queima, a mistura se funde e adere ao corpo cerâmico, adquirindo o aspecto vítreo durante o resfriamento. Esse tipo de vidrado é aplicado em peças que são queimadas em temperaturas superiores a 1200°C, como sanitários e peças de porcelana.

Esmalte de fritas - os esmaltes de fritas diferem dos crus por terem em sua constituição o material denominado de frita. Esta pode ser definida como composto vítreo, insolúvel em água, que é obtida por fusão e posterior resfriamento brusco de misturas controladas de matérias-primas. O processo de fritagem é aquele que implica na insolubilização dos componentes solúveis em água após tratamento térmico, em geral, entre 1300°C e 1500°C, quando ocorre a fusão das matérias-primas e a formação de um vidro. Os esmaltes contendo fritas são utilizados em produtos submetidos a temperaturas inferiores a 1200°C.

4.4.2 Preparação do esmalte (vidrado)

A preparação do esmalte consiste basicamente das seguintes etapas: dosagem das matérias-primas fritadas ou não fritadas ou ambas, moagem e homogeneização a úmido em moinho de bolas, armazenamento em tanques com agitação.

Durante a preparação do esmalte são introduzidos na suspensão um ou mais produtos químicos com a finalidade de proporcionar ou corrigir determinadas características. Entre eles pode-se citar ligantes, plastificantes, defloculantes, fluidificantes, antiespumantes, etc.

Os esmaltes podem ser aplicados no corpo cerâmico de diferentes maneiras e que dependem da forma, do tamanho, da quantidade e da estrutura das peças, incluindo também os efeitos que se deseja obter na superfície esmaltada. Entre eles pode-se citar: imersão, pulverização, campânula, cortina, disco, gotejamento e aplicação em campo eletrostático. Em muitas indústrias e dependendo do segmento cerâmico o setor da esmaltação é totalmente automatizado.

4.4.3 Corantes

Para conferir coloração aos esmaltes são adicionados materiais denominados corantes. A formação da cor nos materiais vítreos pode ocorrer de três maneiras:

- por solução de íons cromóforos, geralmente, metais do grupo de transição (Cr, Cu, Fe, Co, Ni, Mn, U e V);
- por dispersão coloidal de metais ou metalóides ou composto químico (ouro, prata e cobre);
- por dispersão de cristais coloridos (pigmentos cerâmicos).

O processo de fabricação dos pigmentos cerâmicos compreende as etapas: pesagem; mistura e moagem das matérias-primas (óxidos e outros compostos químicos); acondicionamento da mistura moída em caixas refratárias; calcinação das caixas em fornos intermitentes, túnel ou rotativo em temperaturas que variam de 1200°C a 1300°C; lavagem do material calcinado para eliminação de eventuais materiais solúveis; moagem; ensacamento, armazenamento e distribuição.

Enquanto que os óxidos corantes são pouco estáveis em temperaturas elevadas e no meio em que se encontram imersos, gerando cores pouco constantes ou reprodutíveis, os pigmentos cerâmicos são estruturas inorgânicas, as quais são capazes de desenvolver a cor e estabilizá-la em altas temperaturas e aos agentes químicos, resistindo aos ataques agressivos causados pelos vidrados devido à ação fundente de seus componentes, em

outras palavras são compostos insolúveis ou que sua solubilidade não é significativa.

5 EQUIPAMENTOS

5.1 Moinho de bolas

O processo de moagem com moinho de bolas é largamente utilizado na indústria cerâmica para redução do tamanho das partículas de um material, modificar a distribuição granulométrica, dispersar aglomerados e agregados e modificar o formato das partículas (FIG. 2).

Esse processo de moagem permite obter uma distribuição granulométrica fina e pode ser realizado a úmido e a seco. O moinho de bolas consiste basicamente em um recipiente cilíndrico em cujo interior alojam-se bolas de material duro de distintos tamanhos (FIG. 3). Dotado de movimento de rotação, as bolas deslocam-se no interior deste, produzindo a moagem por choque e roçamento com o material a moer.



Figura 2 - Moinho de bolas
Fonte: EQ-CERÂMICOS



Figura 3 - Bolas de 1/2" até 3" para moagens e tijolos para revestimento de moinho de bolas
Fonte: EQ-CERÂMICOS

5.2 Agitador

Tem-se como definição de agitação a ação ou efeito de agitar, efeito esse conseguido por meio de agitadores que com motores e redutores ou de um conjunto de polias e correias fazem a movimentação (agitação) de um determinado material (FIG. 4). Na indústria cerâmica, tem-se como exemplo a agitação da massa e do esmalte.

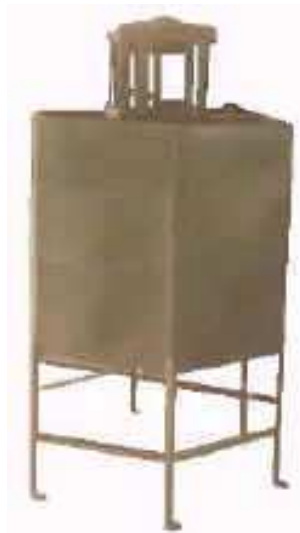


Figura 4 - Agitador de massa
Fonte: EQ-CERÂMICOS

5.3 Forno

Em geral, pode-se definir forno como um aparelho no qual, por meio de calor, se produzem transformações físicas e químicas num determinado material (FIG. 5).

No final destas transformações físicas e químicas, pode-se dizer, que resulta a queima do material que foi colocado no forno (FIG. 6).

Excluindo-se os fornos elétricos, que o calor é gerado por meio da eletricidade, nos demais fornos o calor necessário para as transformações é fornecido pela reação oxidante do oxigênio do ar, com o carbono, com o hidrogênio e com a pequena quantidade de enxofre do óleo comestível.

Em todos os fornos à combustão, distingue-se 4 (quatro) partes principais:

- aparelho de combustão – conjunto de maçaricos;
- câmara de combustão, que pode se chamar de laboratório, pois é o ambiente onde se processam as reações físicas e químicas;
- aparelhos de expulsão dos produtos de combustão através do canal de triagem – exaustor e chaminés; e
- acessórios para controle do forno, que varia conforme o tipo de material que será queimado.



Figura 5 - Fornos
Fonte: EQ-CERÂMICOS



Figura 6 – Fornos para queima de porcelana
Fonte: ABC

5.4 Cabine de pintura



Figura 7 - Cabine de pintura
Fonte: EQ-CERÂMICOS

5.5 Peneiras



Figura 8 - Peneiras (plástica) – tamanhos (diâmetro): 5 cm, 7cm, 10 cm e 15 cm
Fonte: EQ-CERÂMICOS



Figura 9 – Peneiras (madeira) – tamanhos: 20 x 20 cm
Fonte: EQ-CERÂMICOS

5.6 Queimadores

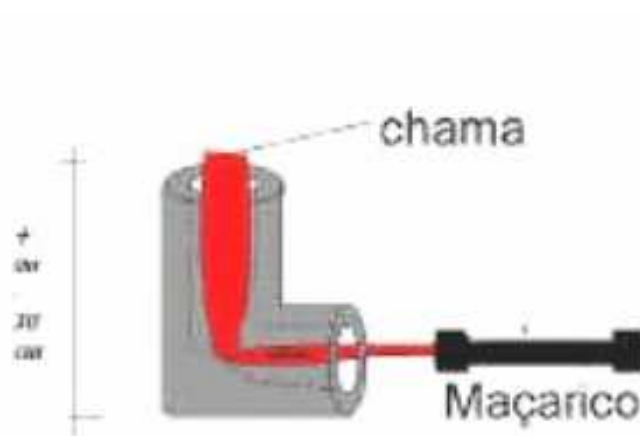


Figura 10 – Queimador (bota quebra-chama)
Fonte: EQ-CERÂMICOS

5.7 Tornos



Figura 11 – Torno para modelagem
Fonte: EQ-CERÂMICOS

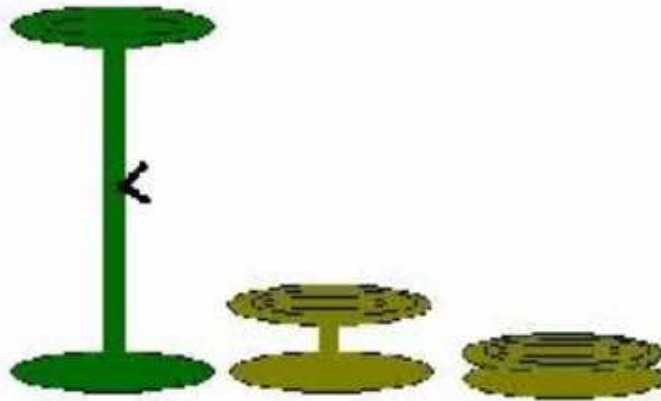


Figura 12 – Torno manual de pedestal com regulagem de altura, para pintura, filetes e modelagem
Fonte: EQ-CERÂMICOS

6 FATORES RELEVANTES À QUALIDADE DO PRODUTO

O controle das matérias-primas é um fator bastante relevante à qualidade do produto final. Tais controles podem ser feitos com maior ou menor antecedência, em várias fases do processamento do material, desde antes da extração até depois de pronto no estoque final, mas vale a pena lembrar que um controle eficiente pressupõe que haverá tempo para substituir o material se for constatada alguma anormalidade.

Um dos primeiros controles é uma apreciação visual no lote (inspeção de recebimento), pois anormalidades grosseiras às vezes ficam evidentes nessa simples inspeção. Outros controles são feitos em amostras do lote.

A execução do controle exige, antes de tudo, organização. Além de amostras bem rotuladas, deve-se dispor de materiais relativos a:

- normas de amostragem;
- métodos de ensaio;
- registro de controle de lotes anteriores;
- especificações, quando aplicável;
- padrões bem conservados.

Os ensaios necessários ao controle de qualidade na matéria-prima e no produto final podem variar dos mais sofisticados aos mais simples, dependendo do produto a ser produzido. Se a fábrica dispuser de um laboratório, tanto melhor, mas mesmo sem laboratório, é possível realizar um controle eficiente no sentido de saber antecipadamente a qualidade dos insumos que serão utilizados e anomalias detectadas durante o processo fabril. Um controle simples e eficiente, muito utilizado pelas pequenas indústrias consiste em prensar corpos de prova de uma amostra do dia, queimá-las no forno, para verificar a qualidade do material. Esse controle pode ser realizado durante todo o processo como mecanismo de verificação, as características do material podem ser registradas de forma a orientar ações durante o processo produtivo.

Alguns resultados de ensaios só poderão ser validados em termos comparativos ou por ensaios de comparação, por isso a necessidade de conservar bem os padrões utilizados como referência.

Todos estes controles visam promover o processo de fabricação uma maior estabilidade e padronização evitando variações, ao produto uma maior conformidade e qualidade, e ao consumidor a melhoria da qualidade do trabalho, com a certeza de que o objetivo maior será atingido: A satisfação total dos clientes.

7 NORMAS TÉCNICAS

As normas técnicas descritas a seguir são elaboradas pela Associação Brasileira de

Normas Técnicas - ABNT. Para consultar os endereços dos Postos de Intermediação e adquirir os produtos da ABNT consulte o site: <<http://www.abnt.org.br/>>.

Norma: NBR 10247

Título: Produtos de cerâmica vidrada e queimada - Determinação da resistência à abrasão
Resumo: prescreve método para determinação da resistência à abrasão da superfície de produtos de cerâmica vidrada e queimada.

Norma: NBR 10256

Título: Louça branca, vidrada e queimada - Determinação da resistência a gretagem pelo tratamento em autoclave

Resumo: prescreve método para determinação da resistência a gretagem de louça branca vidrada e queimada, utilizando o tratamento em autoclave nas condições especificadas.

Norma: NBR 10257

Título: Decorações sobre vidrados - Determinação da resistência a ataques de detergentes

Resumo: prescreve método para determinação e avaliação da resistência de decorações sobre vidrados, em cerâmica branca a ataques de sabão e detergentes líquidos em condições normais de uso. O método se aplica principalmente a decorações sobre vidrados de cerâmica para uso doméstico, onde o sabão e o detergente líquidos convencionais são usados para limpeza, com máquina ou manualmente.

Norma: NBR 10258

Título: Superfície de peças cerâmicas vidradas - Determinação do teor de chumbo e de cádmio liberado

Resumo: prescreve método de determinação do teor dos elementos tóxicos, chumbo e cádmio, liberados das peças cerâmicas de uso doméstico, tais como peças de porcelana, de pó de pedra, de argila ou terracota, sejam elas vidradas ou não, que possam ser utilizadas em contato com alimentos durante sua preparação, uso ou armazenamento.

8 TIPOS DE UTENSÍLIOS PRODUZIDOS



Figura 13 - Aparelhos de jantar
Fonte: PORCELARTE



Figura 14 - Aparelhos de chá
Fonte: PORCELARTE



Figura 15 - Refratários
Fonte: PORCELARTE



Figura 16 - Bandeja para lanches
Fonte: PORCELARTE



Figura 17 - Saleiro
Fonte: PORCELARTE



Figura 18 - Jogo galheteiro
Fonte: PORCELARTE

Conclusões e recomendações

Tanto de uso comum como artístico, a cerâmica é produzida hoje por toda parte, seja em grandes estabelecimentos, ou por pequenos artesãos. Os sistemas são fundamentalmente os mesmos, em grande parte os antigos métodos artesanais, mas é inegável que a experiência técnica adquiriu tamanha perfeição, permitindo resultados extraordinários e artigos de excelente qualidade.

Nos últimos anos, acompanhando a evolução industrial, a indústria cerâmica adotou a produção em massa, garantida pela indústria de equipamentos e a introdução de técnicas de gestão, incluindo o controle de matérias-primas, dos processos e dos produtos fabricados.

Para um melhor entendimento, recomenda-se que sejam consultadas as fontes de informações fornecidas nas referências.

Referências

ANFACER. **História da cerâmica**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/>>. Acesso em: 26 nov. de 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA - ABC. **Cerâmica no Brasil**. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/asp/abc_21.asp>. Acesso em: 26 nov. de 2007.

BRISTOT, Vilmar Menegon. **Máquinas e equipamentos para cerâmica**. Criciúma: Luana, 1996. p. 55 – 204.

CORREA, Waldomiro Lunardi Pires; FERREIRA, Walter. **Matérias-primas cerâmicas**. 1985. p. 53.

EQ-CERÂMICOS. **Equipamentos cerâmicos**. Disponível em: <<http://www.eqceramicos.com.br/>>. Acesso em: 30 nov. de 2007.

PORCELANA BRASIL. **Artigos**. Disponível em: <<http://www.porcelanabrasil.com.br/artigos.htm>>. Acesso em: 28 nov. de 2007.

PORCELARTE. Disponível em: <<http://www.porcelarte.com.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2007.

UCS. **Materiais cerâmicos Ib**. Disponível em: <<http://www.ucs.br/ccet/deng/prof/jezorzi/textos/matceramicos1b.pdf>>. Acesso em: 29

Anexos

Anexo 1 - Padronização de nomenclatura de peças de louça

O quadro a seguir é uma sugestão de padronização da nomenclatura usada para as peças de louça, de forma a se tentar diminuir a confusão que há neste campo.

Por exemplo, há muita divergência sobre as sopeiras, se estas peças obrigatoriamente precisam apresentar abertura para a concha na tampa ou não, se o volume da peça conta, entre outros aspectos.

Há também quem chame os vasos com duas alças laterais de "ânfora", que na verdade possui apenas uma alça e tem como características principais à base e o gargalo bem mais estreitos do que o meio do corpo.

A nomenclatura apresentada abaixo é o resultado de uma pesquisa nos catálogos de fabricantes de louça e também da observação dos termos mais largamente usados.

Quadro 2 - Padronização de nomenclatura de peças de louça







<p>Ânfora - apenas 1 alça, corpo largo, base e gargalo estreitos.</p>	
<p>Azeiteiro/vinagreiro - apenas o recipiente, sem base.</p>	
<p>Biscoiteiro - pote onde se guardam biscoitos.</p>	

<p>Bomboniere - caixa pequena redonda ou quadrada com tampa.</p>	
<p>Caixa de toalete</p>	
<p>Centro (de mesa)</p>	
<p>Cesta - uma alça de um lado ao outro, ou com alças laterais, mas com corpo alto e largo.</p>	
<p>Compoteira - recipiente, geralmente com tampa, para compota ou outros doces em calda ou em pasta.</p>	
<p>Conjunto de sobremesa ou salada de frutas - tigela grande e tigelas pequenas.</p>	
<p>Conserveira/covilhete</p>	

<p>Descanso de mesa</p>	
<p>Espinheira - para serviços de peixe.</p>	
<p>Fruteira - com ou sem pé alto, muito comum ser vazada.</p>	
<p>Galheteiro (azeiteiro e vinagreiro com base).</p>	
<p>Garrafa e garrafão</p>	
<p>Gomeira, gomil ou fonte - jarra grande, de toailete, com bacia.</p>	

<p>Jarra</p>	
<p>Legumeira – com tampa sem abertura para concha, corpo baixo, asa menor, menos afastada do corpo, sem pé alto.</p>	
<p>Manteigueira</p>	
<p>Medidor</p>	
<p>Molheira</p>	
<p>Moringa</p>	

<p>Palmatório - castiçal com base larga e alça.</p>	
<p>Peixeira - travessa longa para peixe.</p>	
<p>Urinol</p>	
<p>Petisqueira</p>	
<p>Porta-copos</p>	
<p>Porta-guardanapo</p>	

<p>Porta-jóias (caixa).</p>	
<p>Porta-torradas</p>	
<p>Pote</p>	
<p>Pote de mantimentos</p>	
<p>Rocamboleira</p>	
<p>Sopeira – com tampa com ou sem abertura para concha, geralmente corpo alto, pé para afastar o calor da mesa e asas largas e afastadas do corpo, para afastar o calor das mãos.</p>	

Talha	
Talha de filtro	
Terrina - menores que as sopeiras e legumeiras.	
Travessa	
Travessa ou bandeja para bolo inglês (retangular).	

Fonte: PORCELANA BRASIL

Anexo 2 – Associações de cerâmica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CERÂMICA - ABC

Site: <www.abceram.org.br>

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE ARTEFATOS CERÂMICOS E DRAGA DE PIMENTA

BUENO RONDÔNIA E REGIÃO – ACDPB

Avenida Santa Maria, 500 Jarbas Gambogi

Campo Belo – MG

e-mail: csm@ceramicasantamaria.com.br

Site: <www.ceramicasantamaria.com.br>

ASSOCIAÇÃO DOS CERAMISTAS DO ESTADO DE SERGIPE – ACESE

Avenida Dr. Luiz Garcia, 1068 Centro

Itabaianinha – SE

Fone/fax: (79) 3544-1212

Site: <www.ceramicasjose.com.br>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER

Rua Santa Luzia, 651 - 12º Andar - Centro

CEP: 20030-070 - Rio de Janeiro - RJ

Fone: (21) 2524-0128 - Fax: (21) 2524-0335

e-mail: atendimento@anicer.com.br

Site: <www.anicer.com.br>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO - ANFACER

Avenida Paulista, 453 - 7º andar - Cj. 71

CEP: 01311-907 - São Paulo - SP

Fone: (55) 11 3289-7555 - Fax: (55) 11 3287-9624

e-mail: info@anfacer.org.br

Site: <www.anfacer.org.br>

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO – ASPACER

Rua 4, 470 Centro

Santa Gertrudes - SP

Fone/fax: (19) 3545-1145 - 3545-1488

Site: <www.aspacer.com.br>

ASSOCIAÇÃO SUL BRASILEIRA DE FABRICANTES – ASULCER

Rua Tenente Silveira, 209 Sala 05

CEP: 88010-300 – Florianópolis – SC

Fone (48) 3223.2113

e-mail: asulcer@asulcer.org.br

Site: <www.asulcer.org.br>

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA LOUÇA DE PÓ DE PEDRA, DA PORCELANA E DA LOUÇA DE BARRO NO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDILOUÇA

Avenida Liberdade, 834, 6º andar, cj. 63

CEP: 01502-001 - São Paulo - SP

Fone: (11) 3207-1933 - Fax (11) 3207-1026

e-mail: sindilouca@terra.com.br

Site: <www.sindilouca.org.br>

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS CERÂMICAS DE CRICIÚMA E REGIAO SUL – SINDICERAM

Rua XV de Novembro, 205 Centro

CEP 88.801-140 – Criciúma - SC

Fone: (48) 3437-7166 - Fax: (48) 3437-9010

e-mail: sindiceram@sindiceram.com.br

Site: <www.sindiceram.com.br>

Anexo 3 - Fornecedores de matéria-prima

ALCOA ALUMÍNIO S.A.

Fone: 0800 015 9888

Site: <www.alumina.com.br>

ARMIL MINERAÇÃO DO NORDESTE LTDA.

Site: <www.armil.com.br>

ELFUSA GERAL DE ELETROFUSÃO LTDA.
Rua Júlio Michelazzo, 501 Vila Nossa Senhora de Fátima
CEP: 13.872-900 - São João da Boa Vista - SP
Fone: (55) 19 3634 2300
Site: <www.elfusa.com.br>

ITATEX INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MINERAIS LTDA.
Rua Conceição, 233 - 10º andar - conj. 1002 Centro
CEP: 13.010-916 - Campinas – SP
Fone: (19) 2122-3900 - Fax: (19) 2122-3933
e-mail: itatex@itatex.com.br
Site: <www.itatex.com.br>

MINERAÇÃO CURIMBABA LTDA.
Avenida João Pinheiro, 3665 - Caixa Postal 902
CEP: 37704-392 - Poços de Caldas - MG
Fone: (35) 3729-7600 - Fax: 3729- 7663
Site: www.curimbaba.com.br

MINERAÇÃO JUNDU S.A.
Rodovia SP 215 - KM 116 – Caixa Postal 19
CEP: 13690-000 - Descalvado – SP
e-mail: mktvendas@mjundu.com.br
Site: <www.mjundu.com.br>

TORRECID DO BRASIL FRITAS, ESMALTES E CORANTES LTDA.
e-mail: torrecid@torrecid.com
Site: <www.torrecid.com>

TREIBACHER SCHLEIFMITTEL BRASIL LTDA.
Rua Marechal Rondon, 107
CEP: 13323-100 – Salto – SP
Fax: (11) 4028-1250
e-mail: jose.roberio@treibacher.com.br
Site: <www.treibacher-schleifm.com>

UNIMIN DO BRASIL LTDA.
Alameda Mamoré, 911 Edifício Monte Carlo - Alphaville - 14º Andar
CEP: 06454-040 - Barueri – SP
Fone: (11) 4196-5522 - Fax: 4196-5524
e-mail: vendas@unimin.com.br
Site: <www.unimin.com.br>

Nome do técnico responsável

Cecilia Chicoski da Silva
Jefferson Chicoski da Silva

Nome da Instituição do SBRT responsável

Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR

Data de finalização

18 dez. 2007