

## Características Técnicas e Polimento de Porcellanatos

**Jeancarlo Rosso\*, Edilene de Souza Cunha, Roberto A. Rojas-Ramírez**

*Cerâmica Gytoku Ltda.*

*\*e-mail: jeancarlo.rosso@gytoku.com.br*

**Resumo:** As características técnicas do Porcellanato dependem grandemente do processo de fabricação. Isto inclui desde a escolha das matérias-primas e desenvolvimento das formulações até o processo propriamente dito. O grês porcellanato caracteriza-se por ser um produto composto de uma massa especialmente desenvolvida para suportar tensões desde as fases iniciais do processo até o acabamento (polimento e retífica). É um produto com ótimas características técnicas e propriedades físico-mecânicas. Para melhorar estas características estéticas deste tipo de produto, o polimento está se tornando um processo industrial cada vez mais utilizado.

**Palavras-chave:** *grês porcellanato, processo de fabricação, características técnicas e polimento*

### 1. O Grês Porcellanato

O porcellanato é um produto cerâmico declarado pela Norma ISO 13006/NBR13818 com especificação B1a significando material prensado com absorção de água menor ou igual a 0,5% (Tabela 1).

Ele possui elevada resistência mecânica, ao risco e ao ataque químico, podendo ser ou não decorado superficialmente.

No mercado atual, o porcellanato é classificado como **esmaltado** ou **técnico** (polido ou não), sendo que para o esmaltado admite-se uma absorção de água até 0,5%. Porém, para o porcellanato técnico esta absorção deve ser menor ou igual a 0,1%.

Uma massa de Grês Porcellanato é composta basicamente por uma mistura de argilas, feldspatos, areias feldspáticas e, às vezes, caulins, filitos e aditivos, quando necessários.

Os feldspatos desempenham nas massas de Porcellanato uma função de fundentes, já que proporcionam as primeiras fases líquidas que aparecem durante a queima. Estas fases líquidas contornam as partículas mais refratárias, aproximando-as por meio das forças de tensão superficial que são geradas nos poros mais finos, fato que gera contração da peça.

Desta maneira, os feldspatos são os responsáveis iniciais do processo de densificação, o qual contribui majoritariamente para a densificação das peças e, conseqüentemente, para as propriedades desejadas do porcellanato.

Como os caulins são ricos em alumina, durante a queima, pode fazer parte da reação de vitrificação formando vidros silico-aluminosos, ou formar mulita ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) com formato de agulhas, as quais atuam como esqueleto do corpo contribuindo para o aumento da resistência mecânica.

As argilas, por sua vez, têm a função de proporcionar plasticidade, ou seja, a capacidade de conformação das peças.

### 2. Tipologias

Dentre as tipologias mais comuns do Porcellanato encontramos as seguintes:

- **Monocolors:** que são obtidos a partir da coloração da barbotina ou do pó atomizado;
- **Granitados (Sal e Pimenta):** são obtidos a partir da mistura de pós atomizados de diferentes cores (em processo automático que dosa as quantidades);

- **Macrogranitados:** são obtidos através da mistura de pós atomizados com grânulos de grandes dimensões (1 a 8 mm) coloridos;
- **Duplo Carregamento:** são obtidos através da mistura de pós micronizados de diferentes cores, que através de oportunos carregamentos nas prensas, são distribuídos casualmente, originando nuances superficiais; e
- **Sais solúveis:** consiste na decoração superficial do produto com sais que desenvolvem cor. Este tipo de decoração só é perfeitamente visível após o polimento.

Assim sendo, a camada de aplicação, bem como a penetrabilidade do sal na peça devem ser muito bem controladas. A deformação pirolástica é um fator importante a ser controlado, visto que pode causar o defeito denominado “faixa” que é proveniente do polimento irregular em função da deformação.

### 3. Processo de Fabricação

#### 3.1. Moagem

O processo de fabricação é iniciado com a dosagem das matérias-primas, mediante uma formulação pré-determinada. Antes desta etapa do processo é necessário um controle rigoroso na pré-liberação das matérias-primas e também da umidade de consumo das mesmas, para que a formulação tenha peso real, conforme determinada.

A moagem de porcellanatos deve proporcionar elevada finura da massa e, conseqüentemente, elevada gresificação e valor de absorção de água praticamente nulo. Uma moagem não eficiente poderá comprometer a reatividade da massa durante a queima, podendo ocasionar arrancamento de partículas durante a etapa de polimento, além do afloramento de poros fechados à superfície. Além disso, a resistência mecânica após queima está relacionada com o tamanho dos microporos gerados no interior da peça, que depende, entre outros fatores, do tamanho de partículas da massa e da quantidade de viscosidade da fase vítrea presente.

Caso a moagem da barbotina seja excessiva, pode haver o comprometimento da etapa de prensagem, resultando em peças com baixa densidade aparente e resistência mecânica a seco, além da excessiva retração linear das placas durante a queima.

**Tabela 1.** Classificação de Revestimentos em função da absorção de água segundo ISO 13006/NBR 13818:1997.

Tipologia de Produto	Aa (%)	Grupo de Absorção
Porcellanato	Até 0,5	BIa
Grês	0,5 a 3,0	BIb
Semi-grês	3,0 a 6,0	BIla
Semi-porosa	6,0 a 10,0	BIlb
Poroso	Acima de 10,0	BIII

Os principais controles realizados na moagem são: densidade, viscosidade e resíduo da barbotina. Quanto menor a viscosidade, com uma máxima densidade, maior será a facilidade de descarga e peneiramento da barbotina e menores serão os custos com atomização.

O controle granulométrico é realizado através da avaliação dos resíduos em peneiras e os referenciais geralmente adotados são: 0,5% a 2,0% em malha # 325<sup>1</sup>.

A descarga da barbotina é feita através do peneiramento da mesma em tanques aéreos, térreos ou subterrâneos.

Nesta etapa é que é realizada a coloração da barbotina. Após adição do corante, a mesma deve permanecer em agitação, no mínimo, 24 horas para homogeneização da cor.

### 3.2. Atomização

O formato, umidade e tamanho dos grânulos obtidos através do processo de atomização podem afetar a fluidez do pó e, conseqüentemente, o preenchimento do molde na prensa, que por sua vez pode alterar a resistência mecânica a verde das peças, gerar problemas dimensionais e trincas durante a queima. As técnicas de decoração que envolvem duplo carregamento ou granitados (“sal e pimenta”, por exemplo), são diretamente afetadas pela distribuição do tamanho de partículas dos grânulos.

O pó atomizado é armazenado em silos em tempo suficiente para homogeneização da umidade.

### 3.3. Prensagem

Na etapa da prensagem busca-se, além da conformação, reduzir a porosidade interna da peça<sup>2</sup>. A pressão específica de compactação varia de 400 kgf/cm<sup>2</sup> a 500 kgf/cm<sup>2</sup>. Não deve haver gradiente de densidade no material para evitar deformações e desvios de ortogonalidade<sup>3</sup>.

No caso dos granitados (“sal e pimenta”), a mistura dos pós coloridos é realizada com balanças na saída dos silos que são controladas automaticamente sob pré-ajustes mecânicos. Posteriormente o pó é misturado sem muita agitação antes de chegar à prensa.

### 3.4. Secagem

A secagem deve ser eficiente o suficiente para deixar um índice mínimo de umidade nas peças.

Para produtos decorados com sais solúveis, a temperatura de secagem, bem como a temperatura na qual as peças recebem a decoração, devem ser rigorosamente controladas para que a penetração do sal na peça seja preciso.

### 3.5. Queima

É na etapa de queima<sup>4,5</sup> que o processo de densificação via fase líquida ocorre reduzindo ao máximo a porosidade das peças. O controle da quantidade e viscosidade da fase líquida é fundamental para se manter as condições de contração linear e porosidade.

A temperatura de queima deve ser aquela que proporcione a máxima densificação da massa. Em caso de produtos que contenham agentes colorantes pretos, que favorecem a fundência, a queima

pode ser feita em temperaturas inferiores às das massas sem estes corantes.

O processo de densificação do porcellanato ocorre através de sinterização via fase líquida, devido à grande quantidade de fundentes presentes na composição. A sinterização via fase líquida envolve um sistema onde a fase sólida apresenta solubilidade limitada no líquido durante a queima. Durante o processo ocorre a solubilização e re-precipitação de sólidos, proporcionando aumento do tamanho do grão e da densificação<sup>6</sup>.

### 3.6. Polimento

O processo de polimento<sup>7</sup> consiste em um equipamento dotado de várias cabeças polidoras compostas de materiais abrasivos, que em contato com as peças em rotação alta, velocidade controlada em presença de água executam o polimento. À medida em que a peça passa pela máquina, os abrasivos usados apresentam gradativamente uma granulometria mais fina, até conseguir-se o resultado desejado (brilho).

A primeira parte da polidora é responsável pelo desgaste acentuado da peça, ou seja, onde se dá o nivelamento da superfície da peça, com abrasivos diamantados e magnesianos de granas grossas (100 *mesh* a 200 *mesh*).

A segunda etapa é responsável em realizar a preparação para o polimento. Cada cabeça tem a finalidade de apagar os riscos (ranhuras) deixados pelas cabeças anteriores e deixar a peça totalmente uniforme (lisa). As granas utilizadas são de 240 *mesh* a 700 *mesh*.

A terceira etapa é o polimento propriamente dito. Na peça não existem mais riscos e a mesma começa a receber o brilho. Utiliza-se normalmente granas de 800 *mesh* a 3000 *mesh*.

A pureza das matérias-primas utilizadas na fabricação dos abrasivos é de fundamental importância para a qualidade dos mesmos e também para um polimento de qualidade.

Outro elemento importante para um bom polimento é a água, sua qualidade e quantidade utilizada. Como a quantidade utilizada em uma unidade de polimento é muito elevada (cerca de 4000 L), existe a necessidade de recirculação em circuito fechado para reaproveitamento. Com este procedimento, torna-se necessário um tratamento químico/físico na água para posterior decantação dos resíduos do polimento e filtro-prensagem. A água é distribuída na máquina em cada cabeça polidora e tem a função principal de diminuir o atrito entre os abrasivos e a peça, refrigerando o local e retirar os resíduos gerados que poderiam ficar sobre as peças, causando riscos e arranhões.

## 4. Características Técnicas

- **Resistência à abrasão profunda:** esta propriedade é influenciada pela porosidade do porcellanato. A composição da fase possui uma notável influência na resistência à abrasão profunda, sobretudo na quantidade de minerais duros (mulita, silicato de zircônio, e quartzo) do grês. A mulita tem forma de agulhas entrelaçadas entre si formando o “esqueleto da peça”;
- **Planaridade e Ortogonalidade:** ambas as características são muito importantes para o resultado estético final, porém a planaridade tem maior importância quando a peça de grês porcellanato é submetida ao polimento. Se problemas de não planaridade aparecem, os custos envolvidos na etapa do polimento serão maiores devido ao repolimento das peças. Este problema é pior quando as peças são decoradas com sais solúveis. Pode-se ocasionar problemas de tonalidade mais facilmente. Quando o grau de planaridade não é o adequado, diferenças de tonalidade podem aparecer entre os vértices ou bordas e o centro da peça (côncava ou convexa)<sup>8</sup>;
- **Resistência à Flexão:** é uma das características mais importantes quando se deseja fabricar um porcellanato de qualidade

aceitável. O alto grau de sinterização e gresificação alcançado mediante estes tipos composições nos permite obter densidades aparentes após queima entre 2,36 g/cm<sup>3</sup> e 2,46 g/cm<sup>3</sup>. Para tal, é necessário determinar e trabalhar com a temperatura de máxima densificação da massa; e

- **Resistência a manchas:** apesar de ser um produto de baixa absorção de água, e conseqüente baixa porosidade aparente, o porcellanato ainda apresenta um certo volume de poros isolados no interior do corpo, que constituem a chamada porosidade fechada.

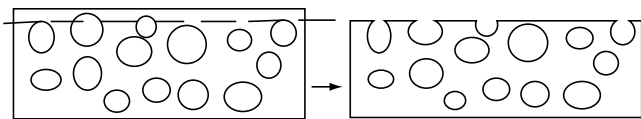
Durante o polimento, uma camada - cerca de 0,5 mm a 1,0 mm da superfície é removida, fazendo com que uma fração dos poros fechados passem a fazer parte da nova superfície, conforme Figura 1. O controle da microestrutura do produto, principalmente no que se refere ao tamanho, formato e ligação dos poros, é fundamental para maximizar as características finais do produto<sup>10</sup>.

Para isto procura-se trabalhar com a temperatura de máxima densificação da composição, reduzindo-se ao máximo a incidência de poros.

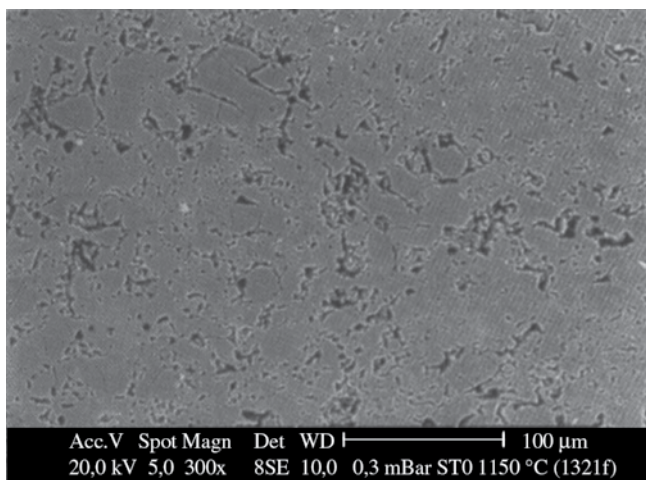
Visualizando da Figura 2 à 5 mostra-se a evolução da microestrutura de uma composição STD nas temperaturas de queima 1150 °C, 1175 °C, 1200 °C e 1225 °C, respectivamente.

Observa-se a redução de poros com o aumento da temperatura, até que se atinge a máxima densificação (1200 °C). A partir desta, caso haja ainda um aumento da temperatura, a pressão dos gases oclusos nos poros é superior à tensão superficial da fase líquida, o que faz com que os poros aumentem de tamanho, adquirindo forma esférica, produzindo inchamento das peças (fase de expansão).

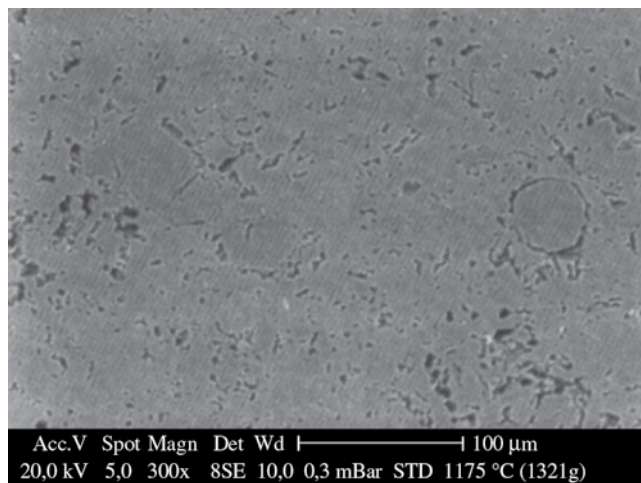
Além deste cuidado, ao final do processo de polimento, as peças recebem uma camada de impermeabilizante que dificulta a penetração de agentes manchantes na superfície da peça.



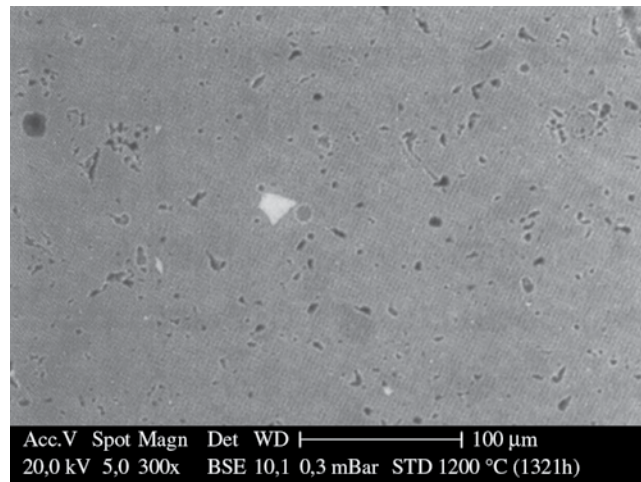
**Figura 1.** Surgimento de irregularidade na superfície após a etapa de polimento<sup>9</sup>.



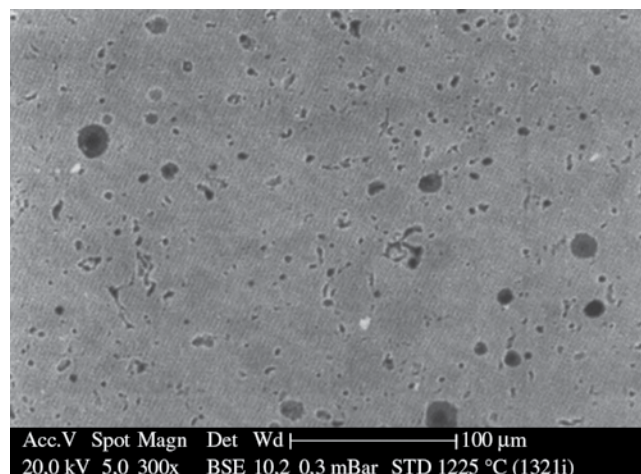
**Figura 2.** Evolução microestrutural de uma composição STD em função da temperatura de queima (1150 °C)<sup>11</sup>.



**Figura 3.** Evolução microestrutural de uma composição STD em função da temperatura de queima (1175 °C)<sup>11</sup>.



**Figura 4.** Evolução microestrutural de uma composição STD em função da temperatura de queima (1200 °C)<sup>11</sup>.



**Figura 5.** Evolução microestrutural de uma composição STD em função da temperatura de queima (1225 °C)<sup>11</sup>.

Também já existem no mercado produtos apropriados de limpeza (detergentes específicos) para a remoção de depósitos superficiais de agentes manchantes de alta penetração<sup>12</sup>.

- **Brilho elevado:** a velocidade do polimento deve ser muito bem controlada. O brilho tende a diminuir com o aumento da velocidade. O mesmo acontece com o aumento da pressão das cabeças polidoras sobre a peça.

## Agradecimentos

Agradecemos à ABC (Associação Brasileira de Cerâmica) pela oportunidade e privilégio da participação neste evento.

Gostaríamos também de agradecer aos colegas e amigos da Cerâmica Gytoku Ltda, que com seus comentários, discussões, sugestões e auxílio contribuíram direta e indiretamente para a elaboração deste artigo.

## Referências

1. Gonzalez, A.; Federice, M. A moagem contínua a húmido na indústria do grés porcelânico. **Keramic**, n. 231, p. 38-48, 1999.
2. Beltran, V.; Ferrer, C.; Bagan, V.; Sánchez, E.; Garcia, J.; Mestre, S. Influence of pressing powder characteristics and firing temperature on the porous microstructure and stain resistance of porcelain tile. **Ceramica Acta**, n. 4-5, p. 37-51, 1996.
3. Albero, J. L. A.; Porcar, V. B.; Fuentes, A. B.; Navarro, J. E. E.; Benlloch, A. E.; Medall, F. N. **Defectos da fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos** AICE/ITC.
4. Bittner, H. G.; Petersohn, B.; Walter, G.; Meir, K. Influences of the fast-firing process on the red colouring of unglazed stoneware tiles. **Tile & Brick Int.**, v. 10, n. 6, p. 438-443, 1994.
5. Tomizaki, M. F.; Shikai, S. The influence of alumina on fast-fired porcelain tiles. **Tile & Brick Int.**, v. 9, n. 5, p. 282-293, 1993.
6. Kingery, W. D. **Introduction to ceramics**, John Wiley & Sons, Inc, 1996.
7. Bittencourt, E. L.; Benincá, E. Aspectos superficiais do Produto grés polido. **Cerâmica Industrial**, v. 7 n. 4, p. 40-42, 2002.
8. Sainz, J. G.; Ripollés, R. R. Controles de Laboratório para o grés porcelanato. **Cerâmica e Informação**, n. 5, p. 64, 1999.
9. Arantes, F. J. S.; Galesi, D. F.; Quinteiro, E.; Boschi, A. O. Manchamento do grés porcelanato. **Cerâmica Industrial**, v. 6 n. 3, p. 19, 2001.
10. Dondi, M.; Ercolani, G.; Melandri, C.; Mingazzini, C.; Marsigli, M. The chemical composition of porcelain stoneware tiles and its influence on microstructural and mechanical properties. **Interceram**, v.48, n. 2, p. 75-83, 1999.
11. Moreno, A.; García-Ten, J.; Sanz, V.; Gozalbo, A.; Cabedo, J.; Berge, R.; Colom, J.; Carmena, S. Viabilidad de uso de fritas como materias primas de las composiciones de grés porcelánico. **Anais da QUALICer'2000**, Castellón/Espanha, 2000.
12. Campagnaro, A.; Rizzotto, S. Piastrelle ceramiche per pavimento e rivestimento: ambienti di destinazione e trattamenti. **Cerâmica Acta**, n. 5-6, p. 53-65, 1999.