

Aplicação do MaxxMill® para a Moagem Final de Massas de Grês Porcelânico: Aspectos Tecnológicos e Energéticos

G. Nassetti¹ e G. Hessling²

¹Centro Cerâmico, Bolonha (Itália)

²Eirich, Hardheim (Alemanha)

Resumo: Foram investigados os aspectos tecnológicos da aplicação do MaxxMill® (como moinho de refinamento) na moagem final das barbotinas de grês-porcelânico produzidas através de moagem contínua e descontínua em moinhos de bolas. Os experimentos, realizados numa fábrica italiana de revestimentos para pisos e paredes, foram focados no custo efetivo da melhoria da fineza e eficácia da moagem que podem ser adquiridas utilizando-se o MaxxMill®. A economia de energia obtida foi quantificada e outros benefícios foram discutidos.

Palavras-chaves: moinhos, moagem, grês porcelânico

1. Introdução

A moagem das massas de grês porcelânico, que precisam ser muito mais finas do que as de monoqueima clara, tem demandado uma melhoria constante dos moinhos a fim de combater a perda de produtividade resultante da exigência de resíduo de moagem menor. Até o momento, três caminhos têm sido seguidos para melhorar a eficiência dos moinhos de bolas:

- a) O uso de meios de moagem de alta densidade, em geral com alto teor de alumina, em substituição aos meios de moagem de sílica.
- b) Utilização de matérias-primas duras previamente moídas a seco (feldspatos).
- c) Adoção de expedientes tecnológicos ou configurações do moinho que aumentem a eficiência da moagem, como, por exemplo (i) aplicação de mecanismos para variar a velocidade angular dos moinhos descontínuos, (ii) uso de moinhos contínuos cônicos, e (iii) uso de revestimentos classificantes em moinhos cilíndricos contínuos.

Quando bolas de alumina de alta densidade são utilizadas, seu peso maior (uma vez e meia superior que o peso dos meios de moagem de sílica) permite aumentar a energia dinâmica em duas vezes e meia em relação a sílica. Portanto consegue-se um considerável aumento da eficiência da moagem por impacto. Além disso, o peso maior das bolas possibilita o uso de bolas menores, com a vantagem adicional de aumentar o número de pontos de contato entre as bolas e, conseqüentemente, da superfície de moa-

gem. Dessa forma, aumenta-se também a eficiência da moagem por atrito.

Ao avaliar as vantagens de utilizar meios de moagem de alta densidade, o custo também deve ser levado em conta. De fato, bolas de alumina custam dez vezes mais do que as de sílica. Portanto, uma vez que a vida útil das bolas de alumina é cerca de três vezes maior do que das de sílica, para uma mesma condição de uso, o custo das bolas de alumina é aproximadamente três vezes maior do que das de sílica. Para diminuir os custos da moagem, nos moinhos descontínuos podem ser utilizadas cargas mistas compostas de bolas de alumina e sílica misturadas, ao passo que em moinhos contínuos, que possuem uma série de câmaras de moagem grandes, as bolas de alumina podem ser utilizadas na câmara final, ou bolas de alumina e sílica misturadas podem ser usadas nas duas câmaras finais. Recentemente, fornecedores de moinhos contínuos, tendo em vista a vantagem de usar meios de moagem de alumina, em termos do aumento da produtividade, estão sugerindo o uso de moinhos com menor capacidade mas com bolas de alumina em todas as câmaras para reduzir o investimento.

Quando os materiais duros são previamente moídos a seco, para reduzir o tamanho de suas partículas para menos de 125 µm (por meio de sistema de classificação por ar), antes de entrar no sistema de moagem a úmido, isso significa que a razão de cominuição será menor e, portanto, para um mesmo consumo de energia, a produtividade do moinho será maior. Junto com essa vantagem, no en-

tanto, o custo mais alto do feldspato classificado em ar, o qual é aproximadamente 50% maior que o do feldspato grosso (na forma de grãos: 1 a 5 mm), deve ser levado em consideração. Por essa razão, freqüentemente, escolhe-se uma porcentagem de feldspato classificado em ar que varia de 30 a 50%, ao invés de utilizar 100%.

Em relação à adoção de técnicas para melhorar a eficiência da moagem, a aplicação de um inversor de frequência no motor do moinho de bolas descontínuo, torna possível variar a velocidade angular do moinho visando obter modos distintos de moagem durante a cominuição do material. No caso de moinhos de bolas contínuos, cônicos e com revestimentos classificantes, dotados de perfis que provocam o levantamento e movimento helicoidal, as bolas dentro do moinho são subdivididas de acordo com o tamanho mais adequado para a moagem, aumentando o rendimento do moinho. Obviamente, estes sistemas mais eficientes de moagem são também associados a investimentos mais altos se comparados com os sistemas tradicionais de moagem.

A melhoria da eficiência do processo de moagem afeta o consumo de energia. De fato, aumentando-se a eficiência da moagem, o consumo específico de energia (por kg de material) diminui. Isso significa que, para a mesma quantidade de energia consumida na operação de moagem, a produtividade do sistema aumenta.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de um levantamento recente sobre o consumo de energia associado ao processo de moagem de massas de grês porcelânico. Os resultados mostram que para massas de grês porcelânico técnico (as quais são geralmente moídas até alcançarem um resíduo de moagem inferior a 1,5% em peneiras com aberturas de 63 μm), o consumo específico é de aproximadamente 50 a 60 kWh por tonelada de massa seca (teor de umidade = 0%) usando moinhos descontínuos com bolas de alumina, e o consumo diminui para 33 a 42 kWh por tonelada de massa seca quando os moinhos operam com velocidades variáveis utilizando-se inversor de frequência.

Moinhos contínuos que utilizam meios de moagem de sílica apresentam valores de consumo específico de energia similares àqueles apresentados por moinhos descontínuos com meios de moagem de alumina. Isso se dá porque a eficiência maior do sistema contínuo é contrabalançada pelo menor aporte de energia dinâmica das bolas de densidade menor. Moinhos contínuos que usam bolas de alta densidade apresentam consumos específicos de energia que se tornam tanto menores quanto maior porcentagem das bolas de alumina.

Em relação a massas de grês porcelânico esmaltado (as quais normalmente são moídas até alcançarem resíduo de aproximadamente 4% em peneiras com aberturas de 63 μm), os consumos específicos de energia são obviamente menores que aqueles relacionados às massas de grês porcelânico técnico. Também para essas massas, o consu-

mo específico de energia utilizando moinhos descontínuos com bolas de alta densidade é similar ao dos moinhos contínuos com bolas de baixa densidade.

Na atual conjuntura dos sistemas de moagem descrita acima, o moinho MaxxMill[®], desenvolvido e produzido pela *Maschinenfabrik Gustav Eirich*, permite alcançar outras melhorias no sistema atual de moagem de massas para revestimentos de grês porcelânico.

2. MaxxMill[®]

MaxxMill[®] é um sistema inovador de moagem que pode ser utilizado tanto a seco como a úmido. Neste artigo será abordada a moagem a úmido, mais especificamente a moagem da barbotina pré-moída em moinhos contínuos ou descontínuos.

A Fig. 1 apresenta uma representação esquemática ilustrando o modo de operação do MaxxMill[®]. Os componentes principais são (1) uma camada de moagem cilíndrica rotativa, (2) um ou dois agitadores excêntricos, de acordo com o tamanho do equipamento e (3) um defletor estático do material que está sendo moído associado ao tubo de alimentação. O agitador está posicionado excêntricamente em relação ao eixo de rotação da câmara de moagem e pode girar no mesmo sentido ou em sentido contrário, dependendo do tipo de moagem desejado.

A câmara de moagem é preenchida, até aproximadamente 80% de sua capacidade total, com pequenas esferas de alumina (de 3 a 7 mm de diâmetro). O tamanho das bolas depende da granulometria do material a ser moído e do grau de moagem desejado. O MaxxMill[®] opera em modo

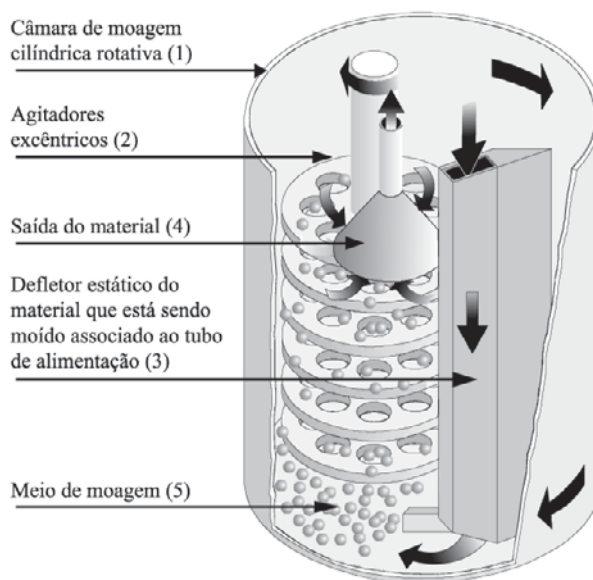


Figura 1. Esquema do MaxxMill[®].

Tabela 1. Consumo energético de moinho de bolas na moagem de massas para grês porcelanato.

| Tipo de moinho | Tipo de produto | Resíduo de moagem > 63 µm (%) | Meios de moagem | Utilização do inversor (velocidade variável) ⁽¹⁾ | Consumo específico (kWh/t _{massa seca}) |
|----------------|--|------------------------------------|---|---|---|
| Descontínuo | Grês porcelanato técnico | < 1,5 | alumina ou misto alumina/sílica | não | 45÷65 (otimizado) |
| | Grês porcelanato esmaltado | 2,5÷7,5 (otimizado) 3÷5 (usual) | | sim | 50÷60 (usual) |
| Contínuo | Grês porcelanato técnico | < 1,5 | sílica | — | 50÷60 ⁽²⁾ |
| | | | alumina na última câmara ou misto alumina/sílica nas duas últimas câmaras | | 40÷45 ⁽³⁾ |
| | alumina | 32÷35 | | | |
| | sílica ou misto alumina/sílica nas duas últimas câmaras (poucos casos) | 35÷40 | | | |

⁽¹⁾ Aplicada em menos de 20% nos moinhos de bolas descontínuos.

⁽²⁾ Os valores são similares aos de moinhos descontínuos porém a maior eficiência do moinho contínuo é compensada pela menor energia dos meios de moagem de sílica.

⁽³⁾ A redução do consumo específico contribui na utilização mais ou menos parcial do feldspato pré-moído.

contínuo. A barbotina é introduzida por meio do tubo de alimentação na parte inferior da câmara de moagem, onde o movimento de rotação é tal que a barbotina é puxada para dentro da câmara e misturada com as bolas, onde sofre uma ação de moagem muito eficiente, devido:

- a) a elevada pressão das bolas na parte inferior da câmara de moagem, devido ao peso das bolas, o que resulta em uma moagem muito intensa logo que o material entra na câmara;
- b) do movimento intenso das bolas que resulta em um elevado aporte de energia dinâmica na área do agitador (a maior parte da moagem acontece nesta zona);
- c) da compressão das bolas na frente do defletor, que ocasiona em um alto nível de atrito entre as bolas e ocasiona em uma intensa ação de moagem e refinamento do material.

Outro elemento chave deste moinho é a alimentação constante do material a ser moído na área do agitador. Graças à rotação da câmara de moagem, a qual é realizada de tal forma que não há áreas sem que ocorra moagem, a ação de moagem não é reduzida. Dessa forma a energia fornecida ao agitador é sempre elevada, porque as bolas e o agitador estão sempre em contato intenso e evita-se a formação de incrustações do material.

As bolas consumidas durante o processo de moagem são re-integrados por meio do tubo de alimentação.

O material moído é continuamente retirado da camada superior da carga de bolas. Uma unidade de separação separa as bolas, mantendo-as dentro do moinho. Somente o material finamente moído é retirado. Neste caso, até mesmo barbotinas com viscosidades elevadas podem ser moídas e retiradas.

A câmara de moagem e o agitador podem ter vários tipos de revestimentos, dependendo da resistência ao uso e da aplicação requerida. Em geral, revestimentos de cerâmica ou poliuretano e bolas de alumina, são usados.

A moagem pode ser otimizada a fim de obter máxima eficiência dependendo do material a ser moído por meio da escolha do volume e do tamanho dos meios de moagem e do ajuste das velocidades do agitador e da câmara de moagem.

No caso de moagem a úmido, o sistema é constituído (Fig. 2) por (1) um tanque de serviço para a alimentação da barbotina, (2) uma bomba simples para fornecer a barbotina (por exemplo, uma bomba peristáltica), (3) MaxxMill® e (4) outra bomba de extração peristáltica para retirar o material moído.

Os pontos fortes desse sistema para moagem de revestimento de grês porcelânico são os seguintes:

- a) o uso de corpos moedores de alumina muito pequenos, o que torna possível a obtenção de uma superfície de moagem mais de 100 vezes superior (tendo como base de comparação o MaxxMill® 3 com esferas de moagem de 6mm com um moinho de

10.000 l com bolas de moagem de diâmetro usual) do que aquela possível de ser obtida com o tamanho dos meios de moagem correntemente empregados nos moinhos de bolas.

- b) A alta velocidade do movimento dos meios de moagem, a qual, como descrito acima, aumenta consideravelmente a eficiência da moagem do sistema.

O MaxxMill® pode ser considerado como uma câmara de moagem adicional, separada do moinho de bolas, que efetua o refinamento do material muito eficientemente.

MaxxMill® pode ser usado para:

1. Aumentar a produção do moinho de bolas, para uma mesma fineza de moagem (resíduo de moagem).
2. Aumentar a fineza da moagem, igual produtividade do moinho de bolas.
3. Moer barbotinas de densidades mais elevadas com vantagens energéticas na atomização.

Atualmente o MaxxMill® é fabricado em dois tamanhos, MaxxMill® 3 e MaxxMill® 5. Não há diferença no funcionamento dessas máquinas. Além das dimensões, a diferença principal é o segundo agitador que é adotado no MaxxMill® 5.

Outros progressos são planejados; o próximo MaxxMill® de tamanho maior será o MaxxMill® 7 (Tabela 2).

3. Experimentos realizados

Entre março e setembro de 2002, o Centro Cerâmico de Bolonha (Itália) realizou um estudo sobre o MaxxMill® na indústria cerâmica CERDOMUS, produtora de revestimento de grês porcelânico, em Castelbolognese (Itália). O objetivo do estudo foi verificar o aumento na eficiência de

Tabela 2. Dados técnicos.

| Tipo | MM 3 | MM 5 |
|--|---------|---------|
| Volume da câmara de moagem | 190 l | 800 l |
| Potência máxima instalada por agitador | 37 kW | 90 kW |
| Potência máxima instalada por câmara de moagem | 7,5 kW | 22 kW |
| Quantidade de meios de moagem* | 500 kg | 2100 kg |
| Número de agitadores | 1 | 2 |
| Potência máxima instalada* | 50 kW | 200 kW |
| Produção de material seco* | 1,5 t/h | 6 t/h |

*pode ser alterado conforme a aplicação.

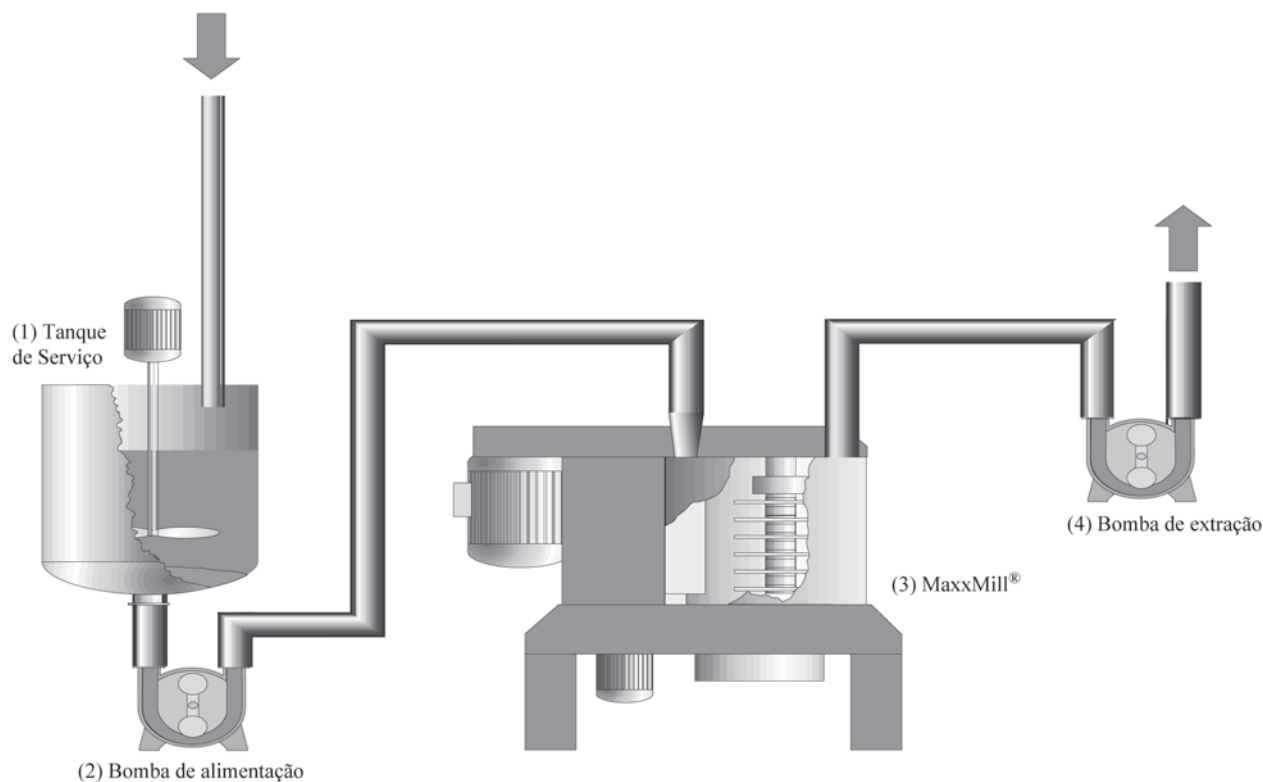


Figura 2. Esquema de aplicação a úmido do MaxxMill®.

um sistema de moagem a úmido para massas de grês porcelânico quando MaxxMill® é empregado após o do moinho de bolas a fim de obter um refinamento mais veloz da barbotina.

O setor de moagem da CERDOMUS é dividido em duas seções: uma para o preparo das massas de grês porcelânico e outra para o preparo das massas para monoqueima.

As massas de grês porcelânico são moídas usando dois moinhos contínuos com 3 câmaras (SACMI, MTC 41) com revestimento de borracha, meios de moagem de sílica nas duas primeiras câmaras e meios de moagem de alumina na terceira câmara; e um moinho de bolas MTC 54 com duas câmaras com revestimento de alumina e meios de moagem de alumina.

A moagem das massas para monoqueima clara, é realizada usando cinco moinhos de bolas descontínuos SACMI com capacidade de 34.000 l com revestimento de alumina e meios de moagem de sílica.

O moinho de refinamento usado no estudo foi um MaxxMill® 3 com o volume da câmara de moagem de 190 l e uma produtividade de 1,5 t/h de massa seca (umidade = 0%). Essa capacidade é insuficiente para lidar

mesmo com a quantidade produzida pelo menor dos moinhos contínuos. Por isso, o experimento foi realizado com massa de grês porcelânico moída a úmido usando um dos moinhos descontínuos para preparar a barbotina que seria fornecida ao moinho de refinamento que foi testado (MaxxMill® 3). A barbotina produzida pelo moinho de bolas foi inicialmente carregada em um tanque equipado com um agitador e então fornecida ao MaxxMill® 3. A barbotina que saiu do moinho de refinamento foi peneirada, tratada a fim de remover qualquer resíduo de ferro presente, e então estocada no tanque que alimenta o atomizador.

Esse experimento tornou possível:

- a) Avaliar a influência dos parâmetros operacionais do moinho de refinamento (velocidade do agitador e da câmara cilíndrica) na sua performance e, então, otimizar tais parâmetros.
- b) Determinar a influência do tamanho do meio de moagem de alumina e, então, otimizar essa variável.
- c) Determinar a capacidade de refinamento do MaxxMill® 3 em função da granulometria (resíduo de moagem) da barbotina que entra no moinho de refinamento, a igual resíduo de moagem final (no estudo presente, 0,5% sobre peneira de 63 µm). Os

testes de refinamento foram iniciados usando uma barbotina produzida em um moinho descontínuo (densidade 1700 g/l) com um resíduo de moagem 12% maior do que 63 μm . O resíduo de moagem da barbotina que entraria no MaxxMill[®] 3 foi então gradualmente reduzido passo a passo até 4%, valor em que definiu-se que a barbotina saída do MaxxMill[®] 3 tinha alcançado o valor de referência (0,5% maior que 63 μm).

O consumo de energia e a produção do MaxxMill[®] 3 foram medidos em cada teste.

4. Resultados

Como indicado na Introdução, a melhoria de um sistema de moagem resulta na diminuição do consumo específico de energia deste sistema; em outras palavras, com o mesmo consumo de energia, a produtividade do sistema aumenta. Neste estudo, portanto, a performance do MaxxMill[®] 3 foi expressa em termos de consumo específico de energia. O consumo específico de energia do MaxxMill[®] 3 para o refinamento da barbotina para grês porcelânico técnico é reportado na Fig. 3 em função do resíduo de moagem da barbotina que entra no MaxxMill[®] 3, para um resíduo de moagem final constante (0,5% maior que 63 μm). Em outras palavras, o gráfico na Fig. 3 representa a energia consumida pelo MaxxMill[®] 3 para refinar a barbotina. Obviamente, o consumo de energia é maior (e a produtividade menor) quanto maior a granulometria da barbotina que entra do moinho de refinamento. O consumo de energia do MaxxMill[®] 3 necessário para fazer com que a barbotina tenha o resíduo de moagem final de referência (0,5% maior que 63 μm) foi de 27 kWh por tonelada de massa seca quando o resíduo de moagem da barbotina que entra no moinho de refinamen-

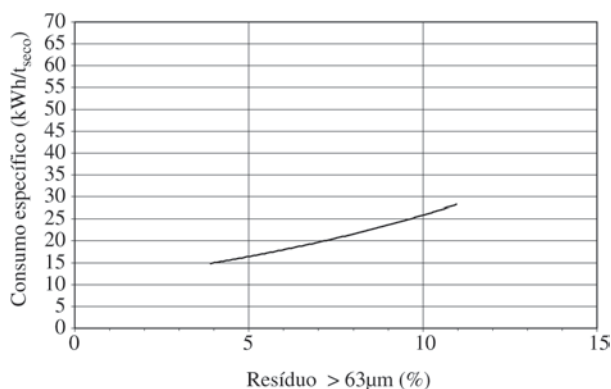


Figura 3. Comportamento do consumo específico do MaxxMill[®] para a produção de grês porcelanato técnico em função do resíduo de moagem da barbotina de alimentação, a resíduo final constante (0,5% > 63 μm).

to era 11% maior que 63 μm , enquanto que o consumo de energia foi de somente 15 kWh por tonelada de massa seca quando o resíduo de moagem da barbotina que entra no moinho de refinamento era 4% maior que 63 μm .

Quando o MaxxMill[®] é utilizado com um moinho de bolas, é necessário determinar qual é a fineza de moagem mais econômica a ser alcançada no moinho de bolas antes de enviar a barbotina para o moinho de refinamento visando, assim, atingir o resíduo de moagem final desejado. Para isso, um estudo do consumo de energia foi realizado sobre os sistemas atuais de massas de grês porcelânico (como descrito na seção 1). O consumo específico de energia para vários tipos de moinho de bolas em uso foi determinado em função do resíduo de moagem.

O consumo específico de energia (em kWh por tonelada de massa seca) dos moinhos de bolas em função do resíduo de moagem é apresentado na Fig. 4. A curva acima (mais grossa) mostra o consumo específico médio para moinhos de bolas descontínuos com meios de moagem de alumina para moinhos de bolas contínuos com meio de moagem de sílica. A curva abaixo mostra o consumo específico médio para moinhos de bolas descontínuos operando com um inversor de frequência para os moinhos de bolas contínuos com meio de moagem de alumina na última câmara.

Tendo como base as intersecções das curvas da Fig. 3 com as da Fig. 4, podem ser determinadas as condições nas quais é válido utilizar o MaxxMill[®] 3 e o quanto é possível economizar de energia.

Em particular, pode ser observado (Fig. 5) que no caso dos moinhos de bolas representados pela curva acima (mais grossa) convém moer a barbotina no moinho de bolas até obter um resíduo de moagem 8% maior que 63 μm , com um consumo de energia de 22 kWh/t, e então refinar a barbotina com o MaxxMill[®] 3, consumindo mais 22 kWh/t de energia. Desta forma, o sistema moinho de bolas - MaxxMill[®] 3 tem um consumo total de energia de

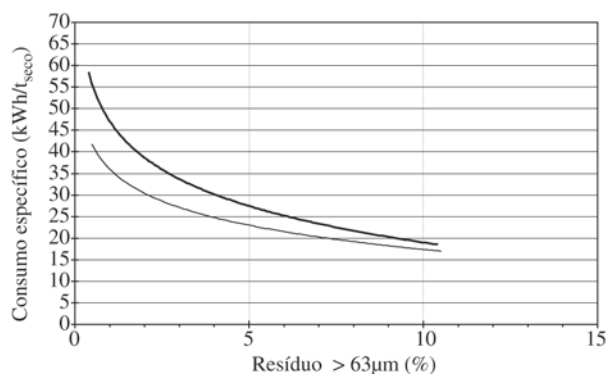


Figura 4. Comportamento do consumo específico dos moinhos de bolas para a produção de grês porcelanato técnico em função do resíduo de moagem da barbotina de saída.

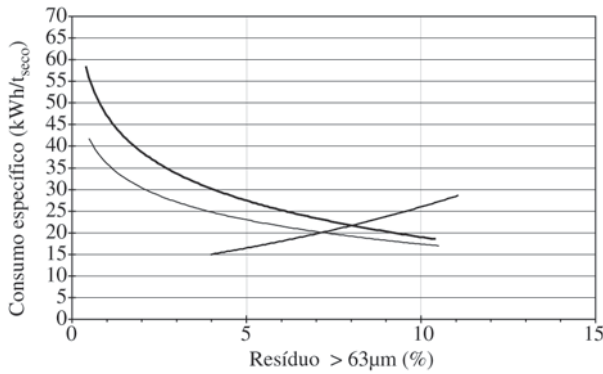


Figura 5. Comportamento dos consumos específicos (kWh/t_{seco}) para a produção de grês porcelanato técnico de: (i) moinhos de bolas, em função do resíduo de moagem da barbotina de saída; (ii) MaxxMill®, em função do resíduo de moagem da barbotina de alimentação, a resíduo final constante (0,5% > 63 µm).

44 kWh/t. Quando o moinho de bolas é usado sozinho para obter o mesmo resíduo de moagem final (0,5% maior que 63 µm), o consumo de energia é de 58 kWh/t. Isso significa uma economia de energia de 24%.

No caso dos moinhos representados pela curva abaixo, a melhor opção é atingir uma granulometria com resíduo 7% maior que 63 µm no moinho de bolas, com um consumo de energia de 20 kWh/t, antes de fornecer a barbotina ao MaxxMill® 3 para alcançar o resíduo de moagem final desejado, com um acréscimo de consumo de energia de 20 kWh/t. Desta forma, o sistema moinho de bolas - MaxxMill® 3 tem um consumo total de energia de 40 kWh/t. Quando o moinho de bolas é usado sozinho para obter um resíduo de moagem final de 0,5% maior que 63 µm, o consumo de energia é de 42 kWh/t. Isso significa uma economia de energia de 5%.

Extrapolando os resultados para todos os sistemas de moagem de massas de grês porcelânico técnico existentes, pode-se afirmar (Tabela 3) que a vantagem do MaxxMill® é considerável quando aplicado a moinhos de bolas com configurações e condições de operação mais simples e econômicas (por exemplo, meio de moagem de baixa densidade e sem uso de inversor de frequência), enquanto as vantagens em utilizar o MaxxMill® tornam-se cada vez menores, até resultarem praticamente nulas, em configurações mais caras.

Também consideramos brevemente a viabilidade de utilizar MaxxMill® no preparo de massas para grês porcelânico esmaltado, em que as barbotinas têm um valor maior do resíduo de moagem. Neste estudo, o moinho de refinamento MaxxMill® 3 foi alimentado com barbotina preparada em moinho de bolas descontínuo (densidade 1700 g/l), iniciando com um resíduo de moagem de 27% maior que 63 µm e

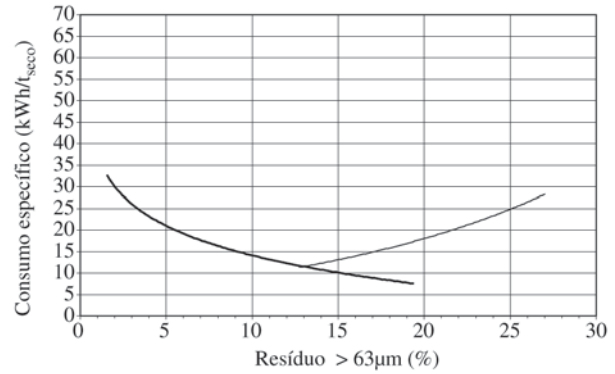


Figura 6. Comportamento dos consumos específicos (kWh/t_{seco}) para a produção de grês porcelanato esmaltado de: (i) moinhos de bolas, em função do resíduo de moagem da barbotina de saída; (ii) MaxxMill®, em função do resíduo de moagem da barbotina de alimentação, a resíduo final constante (3,5% > 63 µm).

Tabela 3. Resultados do uso do MaxxMill® em moinho de bolas na moagem de grês porcelanato técnico.

| Aplicação em | Economia de energia (aumento de produção) |
|---|---|
| Moinho descontínuo com bolas de sílica | 40,50% |
| Moinho descontínuo com bolas de alumina | 15,25% |
| Moinho contínuo com bolas de sílica | |
| Moinho contínuo com bolas de alumina na última câmara ou misto com bolas de sílica e alumina nas duas últimas câmaras | 5,10% |
| Moinho descontínuo com bolas de alumina e inversor (velocidade variável) | 0,5% |
| Moinho contínuo com bolas de alumina | 0% |

gradualmente reduzindo o resíduo de moagem da barbotina que entra no MaxxMill® 3 até um valor 13% maior que 63 µm. Com a barbotina entrando no moinho de refinamento com esse último valor do resíduo de moagem, foi atingido o valor de referência, ou seja, o resíduo final da barbotina refinada foi 3,5% maior que 63 µm.

Na Fig. 6 está reportado o consumo específico do (i) MaxxMill® 3 em função do resíduo de moagem da barbotina

que entra no moinho, com mesmo resíduo de moagem final (3,5% maior que 63 μm) e do (ii) moinho de bolas, em função da mesma fineza final da moagem como a adquirida com o MaxxMill[®] 3. Os dados mostram que moer a barbotina no moinho de bolas até obter um resíduo de moagem de 13% maior que 63 μm e então refinar a barbotina no MaxxMill[®] 3 para obter o resíduo de moagem de referência (3,5% maior que 63 μm) resulta num consumo de energia total de 24 kWh/t. Quando o moinho de bolas é usado sozinho para obter o mesmo resíduo de moagem final (3,5% maior que 63 μm), o consumo de energia é de 33 kWh/t. Isso significa uma economia de energia de 27%.

5. Conclusões

Considerando as limitações advindas do uso do moinho de escala reduzida, os resultados do estudo, contudo, tornam possível afirmar as seguintes vantagens da aplicação do MaxxMill[®] no sistema de moagem de massas de grês porcelânico:

1. Possibilidade de usar os mais econômicos conjuntos e configurações de moinhos de bolas (meios de moagem de baixa densidade).
2. Possibilidade de usar matérias-primas mais baratas (feldspato grosso).
3. Flexibilidade de gestão no setor de moagem.

Tais vantagens podem ser obtidas sem penalizar a produtividade do sistema de moagem e, ao mesmo tempo, reduzindo os custos de produção.

Considere, por exemplo, um setor de moagem equipado com um moinho de bolas contínuo que precisa produzir tanto grês porcelânico técnico como grês porcelânico esmaltado. Geralmente, o moinho é alimentado com feldspato grosso quando a massa para grês porcelânico esmaltado está sendo moída, enquanto que o feldspato classificado por ar é parcialmente usado na produção de barbotinas para grês porcelânico técnico. A utilização de feldspato mais fino é necessária para evitar ajustes muito diferentes do moinho com um tempo mais longo necessário para levar o moinho em regime e, a necessidade resul-

tante de descartar as peças iniciais produzidas. Além dessas escolhas nos parâmetros de operação, a flutuação dos parâmetros tecnológicos da barbotina durante a transição é tal que há problemas com a qualidade do material semitrabalhado assim como com o produto final.

A utilização do MaxxMill[®] no caso descrito acima tornaria possível manter os parâmetros operacionais do moinho de bolas contínuo fixados para o preparo da barbotina para grês porcelânico esmaltado (a barbotina com maior resíduo de moagem) e usar somente feldspato grosso. Para produzir barbotinas de grês porcelânico técnico, a barbotina que sai do moinho de bolas contínuo seria fornecida ao moinho de refinamento MaxxMill[®] para adquirir a maior fineza de moagem requerida. Desta forma, mudanças nos parâmetros tecnológicos de produção da barbotina não são mais necessários, tornando possível, assim, melhorar a qualidade do produto.

Além disso, o uso do feldspato grosso permitiria reduções consideráveis de custo. De fato, considerando um moinho contínuo com a produção de 20 t/h de mistura seca que utiliza 50% de feldspato classificado por ar na produção de barbotinas de grês porcelânico técnico. Neste caso, usando somente feldspato na forma de grãos de arroz e adotando o MaxxMill[®] para adquirir a granulometria mais fina de moagem requerida, é possível economizar nos custos de produção aproximadamente 600.000 euros por ano.

Nós também gostaríamos de enfatizar que muito pouco espaço adicional é requerido para inserir o MaxxMill[®] na linha de produção. Por exemplo, um MaxxMill[®] 5 com capacidade de produção de 4,5 a 6 t/h de massa seca e com câmara de moagem de 800 l, ocupa um espaço total de aproximadamente 8 m². O MaxxMill[®] pode ser colocado diretamente no chão e não são necessárias fundações.

Concluindo, os resultados obtidos neste estudo claramente demonstram que a utilização do MaxxMill[®] permite aumentar a eficiência energética dos sistemas de moagem atualmente em operação para o preparo de barbotina de grês porcelânico, além de resultar em um produto final mais competitivo.