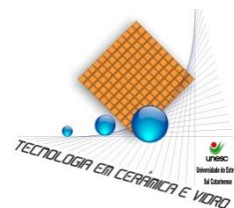




UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL  
CATARINENSE  
Curso de Tecnologia em Cerâmica e Vidro  
Trabalho de Conclusão de Estágio



**Avaliação da eficiência do processo de desferrização de um feldspato potássico beneficiado via seca**

**Luciana Silva de Souza**

**Oscar Rubem Klegues Montedo<sup>1</sup>**

**Resumo:** O presente trabalho apresenta uma análise comparativa entre o processo de beneficiamento de um feldspato potássico via seca em uma determinada empresa e processo via úmida em laboratório, assim como a eficiência do processo de desferrização empregado pela empresa. A primeira etapa foi o recolhimento da matéria-prima, encaminhamento para caracterização, moagem no moinho gira-jarro em laboratório, caracterização da amostra de laboratório e análise comparativa dos resultados. Os resultados obtidos mostraram que o processo industrial de desferrização empregado é eficiente, se comparado ao processo a úmido laboratorial, entretanto com economia de energia e menor impacto ambiental.

Palavras-chave: feldspato; moagem via seca; desferrização; eficiência.

## 1. Introdução

Os feldspatos são silicatos de alumínio contendo diferentes proporções de cálcio, potássio e sódio. Eles ocorrem em rochas pegmatíticas, associados a diversos outros minerais e possuem diversas aplicações na indústria cerâmica, devido seu teor de álcalis e alumina. Há no mundo uma tendência de incremento no consumo de feldspatos e seus substitutos nas formulações de massas cerâmicas. O crescimento mundial da produção de porcelanato incrementa o consumo deste minério (SOUZA, 2012).

O porcelanato é um tipo de revestimento cerâmico fabricado com tecnologia avançada. Diferencia-se dos demais revestimentos em função do seu processo de queima (alta temperatura), das matérias-primas nobres que compõem a sua massa e também da

---

<sup>1</sup>professor orientador

absorção de água que é baixíssima, sendo  $< 0,5\%$  para os porcelanatos esmaltados. Este tipo de revestimento cerâmico, que teve origem na Europa (Itália), começou a ganhar destaque no Brasil no começo da década de 90. O porcelanato foi concebido para aplicação de pavimento, porém devido a sua elevada qualidade técnica através de suas características, permite a utilização mais diversificada possível, como por exemplo: revestimento em fachada de edifícios, entre outros. (SOUZA, 2012).

As propriedades principais de um porcelanato típico são: elevada resistência mecânica; alta resistência a ataque químico; alta resistência ao fogo; baixa condutividade elétrica; facilidade de limpeza; alta impermeabilidade, resistência à abrasão profunda e ao gelo. Para alcançar estas características, a massa cerâmica dos porcelanatos requer o emprego de feldspato de até 50% (BIFFI, 2002). O crescimento do setor de revestimentos cerâmicos, principalmente no que se refere aos porcelanatos, aponta para um aumento no consumo de feldspato no Brasil e no mundo.

O feldspato é também indispensável como componente dos esmaltes cerâmicos e é usado para introduzir simultaneamente os principais óxidos que formam o esmalte, ou seja: sílica, alumina e óxidos alcalinos. Além disso, o feldspato é o fundente mais comum usado na composição dos esmaltes, principalmente pelo aporte de sódio e potássio (CORDEIRO, 2012). O feldspato pode ser empregado em diversas composições de massas cerâmicas e, conseqüentemente, obter diversos tipos de produtos, dependendo do seu teor de ferro.

Durante o beneficiamento, o feldspato é submetido a várias etapas de moagem no intuito de se reduzir o tamanho de partícula (passante em 400 mesh). A seguir, o pó é submetido ao processo de desferrização para retirada do ferro magnético existente originalmente no feldspato ou aportado a este devido ao desgaste abrasivo sofrido pelas partes metálicas do moinho em contato com o feldspato. Para isto, potentes ímãs são empregados (Figura 1).

A função do ímã, portanto, é retirar o ferro magnético no minério. Dependendo do grau de contaminação em ferro, é conveniente passar o mesmo material duas vezes no ímã. O circuito é muito simples: uma carregadeira abastece o silo, cujo material cai sobre uma correia transportadora e depois passa pelo ímã. O produto final é armazenado

diretamente em big bags. Periodicamente o ímã precisa ser removido para que se faça sua limpeza.



Figura 01 – Ímã de 6000 Gaus. (Fonte: a autora, 2012).

De acordo com Souza (2012) as indústrias cerâmicas e de vidro são os principais consumidores de feldspato no Brasil. Na indústria cerâmica, o feldspato atua como fundente (diminuindo a temperatura de fusão), além de fornecer  $\text{SiO}_2$  (sílica). Na fabricação de vidros, o feldspato é utilizado como fundente e fonte de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{SiO}_2$ . A alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) tem a função de aumentar a durabilidade, a dureza e a resistência à corrosão química. Os álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ) atuam como fundentes, substituindo parcialmente a barrilha (carbonato de sódio comercial).

A matéria-prima utilizada neste trabalho possui alto teor de ferro, limitando sua comercialização (apenas para porcelanato esmaltado) e tornando seu preço de comercialização mais baixo. O processo de beneficiamento de feldspato na empresa é feito a seco, já que o produto é comercializado dessa forma e não convém fazer moagem via úmida, já que envolve custos operacionais muito mais altos. Em geral esse processo de moagem a seco contamina o feldspato e é necessário realizar a desferrização para que o produto apresente melhor valor comercial. Entretanto, depois de realizar a desferrização nessa matéria-prima, ocorre a utilização desse feldspato

com baixo teor de ferro em vários tipos de massa, ampliando seu mercado e seu preço de comercialização.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do processo de desferrização do feldspato potássico beneficiado, comparando-se os resultados com a moagem a úmido em moinho de laboratório.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Porcelanato**

O porcelanato apresenta características técnicas únicas como produto na área de revestimentos cerâmicos (MENEGON, 2002).

Para Costa (2003), o porcelanato é obtido através de matérias-primas com grande pureza, submetidos a um tratamento térmico de aproximadamente 1220 °C, resultando em um produto compacto, homogêneo, denso e totalmente gresificado.

Na fabricação de porcelanato, uma das características a serem controladas no processo de fabricação são as contaminações, além das existentes naturalmente nas matérias-primas (COSTA, 2003).

Para os componentes presentes na massa do porcelanato, é requerida uma baixa concentração de óxidos colorantes como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{TiO}_2$ , para evitar contaminações cromáticas da cor natural da massa (CANCELLIER, 2001).

As relações quantitativas entre os componentes dependem da natureza mineralógica das argilas, da granulometria das partículas argilosas e, em última análise, da reatividade destas com relação aos minerais fundentes (CANCELLIER, 2001).

Luz e Lins (2005) relatam que o processo de fabricação dos produtos cerâmicos exige uniformidade no fornecimento da matéria-prima para a composição das misturas cerâmicas. Portanto, a adição de qualquer matéria-prima à massa cerâmica altera as reações que ocorrem durante a queima, modificando o comportamento da massa durante a própria queima, além das propriedades do produto final. Assim, é importante

assegurar características específicas e uniformes ao produto final, tais como tonalidade, propriedades mecânicas e químicas, e facilidades operacionais aos processos de fabricação.

## 2.2 Feldspato

O termo feldspato é utilizado para denominar um grupo de minerais constituídos de aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio. Os principais consumidores de feldspato são as indústrias cerâmicas e de vidro (LUZ e LINS, 2005).

Eles ocorrem em rochas pegmatíticas, associados a diversos outros minerais. Pode-se separar os feldspatos em dois tipos: aqueles feldspatos mais nobres, que podem ser utilizados em esmaltes cerâmicos e aqueles feldspatos de qualidade inferior, que são utilizados na formulação de massas de revestimentos cerâmicos (placas) de chão (pavimentos ou pisos) e parede (revestimentos ou azulejos). O feldspato, muitas vezes dependendo de sua composição, não tem qualidade suficiente para ser utilizado em esmaltes cerâmicos (a concentração de ferro no minério é muito alta), então é vendido para ser aplicado em massas de pisos e azulejos, além de ser composto com feldspatos mais nobres para ser utilizado em coloríficos (SOUZA, 2012).

Para Menegon (2002), os feldspatos além de serem fundentes nas massas cerâmicas, ainda promovem as primeiras fases líquidas durante a sinterização. Na fabricação do porcelanato, utilizam-se feldspatos potássico ( $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ ), sódico ( $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ ) ou ainda sódico-potássico. Os feldspatos aumentam a densificação do produto pós queima, devido à sua baixa absorção, e diminuem o intervalo de queima.

Segundo Luz e Lins (2005), a indústria de vidro, cerâmica e coloríficos no Brasil são responsáveis por 88% do consumo do feldspato beneficiado, e o restante é consumido pelas indústrias de louças sanitárias, de mesa e porcelanas elétricas. O preço do feldspato varia de acordo com os diferentes segmentos industriais, suas características granulométricas, teores de  $K_2O$ ,  $Na_2O$  e  $Fe_2O_3$ , entre outros.

De acordo com Luz e Lins (2005), para lavar o feldspato é realizada a britagem e o peneiramento, utilizando-se também a flotação e a separação magnética para produção de um feldspato de melhor qualidade, destinado à fabricação de porcelanato. A separação magnética remove os minerais que contêm ferro.

O feldspato é vendido em pedaços, geralmente variando de 5 a 15 cm, ou já moído finamente (abaixo de 28 *mesh*), para facilitar o preparo das pastas cerâmicas. Até a poucos anos era só extraído de pegmatitos, mas atualmente moem-se granitos e sienitos para recuperar-se o feldspato. Os sienitos nefelínicos vêm fazendo concorrência sensível aos depósitos de pegmatitos como fonte de feldspatos e materiais análogos (nefelina). (ABREU, 1973, p. 132).

De acordo com Costa (2003), produtos cerâmicos de cor branca (porcelana e outros) e vidrados exigem feldspato com pequenas quantidades de ferro (menos de 0,20%). Além disso, para Abreu (1973), o feldspato utilizado na indústria cerâmica deve apresentar pouco quartzo (menos de 10%), ponto de fusão próximo de 1200 °C e aproximadamente a seguinte composição: SiO<sub>2</sub>, 65 a 70%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15 a 19%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,05 a 0,10%; K<sub>2</sub>O, 8 a 12%; Na<sub>2</sub>O, 3 a 5%; CaO menos de 1%. Os feldspatos usados no Brasil enquadram-se dentro destes limites, com exceção do teor ferro, que geralmente é mais alto.

O uso do feldspato decorre de suas propriedades de ser material fundente, de ser fonte de alumina e de álcalis. É usado em cerâmica na constituição dos diversos tipos de pasta para faiança, gres e porcelanas. Na indústria do vidro, fornece alumina, que confere ao vidro de cálcio melhor resistência à quebra por impacto, qualidade muito importante no vidro destinado a recipientes, além de contribuir com os álcalis, diminuindo o consumo de barrilha na fabricação. (ABREU, 1973, p. 133).

O crescimento no consumo do feldspato se deve à indústria cerâmica e de coloríficos. O aumento pela demanda de feldspato é devido ao desenvolvimento do processo de produção do porcelanato, que utiliza cerca de 60% de feldspato na massa cerâmica (LUZ e LINS, 2005).

### **2.3 Beneficiamento**

Menegon (2002) relata que as matérias-primas utilizadas no processo de fabricação, principalmente os materiais não plásticos, precisam de um beneficiamento antes da etapa de moagem. Tendo o beneficiamento destas matérias-primas como objetivo eliminar impurezas como o ferro, titânio, entre outros, além de fazer uma pré-moagem e certamente uma melhor homogeneização do material a ser utilizado.

Luz *et al* (2010) relatam que a fragmentação no beneficiamento de minérios utiliza várias técnicas com a função de reduzir um sólido por ação mecânica externa e interna, em fragmentos menores que o seu tamanho inicial. Na fragmentação de um material heterogêneo, geralmente uma rocha, o intuito é liberar os minerais mais valiosos dos minerais de ganga (substância impura que envolve um mineral). Já no caso de um mineral homogêneo, o objetivo é reduzir até a dimensão requerida pela utilização.

De acordo com Luz *et al* (2010), a britagem consiste na fragmentação de blocos de minérios obtidos na lavra, até se obter um material adequado à alimentação da moagem. E a moagem é a operação de fragmentação fina obtendo um produto com tamanho adequado à liberação do mineral de interesse.

Saibros são detritos com diâmetro entre 2 mm e 2 cm. São pedaços de rochas formados por grãos de vários minerais. Granitos grosseiros e pegmatitos podem dar também fragmentos de feldspato com dimensões de saibro e cascalho (COSTA, 2001).

### **2.4 Peneiramento**

O peneiramento consiste em uma separação, tendo como critério o tamanho geométrico das partículas (LUZ *et al*, 2010).

### **2.5 Moagem**

Na moagem, cada minério tem uma malha ótima para ser moído, dependendo de muitos fatores, como a distribuição do mineral útil na ganga e o processo de separação que vai ser utilizado em seguida (LUZ *et al*, 2010).

O moinho de bolas é constituído de uma carcaça cilíndrica de ferro, revestida internamente com placas de aço ou de borracha, que gira sobre mancais e contém em seu interior uma carga de bolas de alta alumina (LUZ *et al*, 2010).

De acordo com Ribeiro e Abrantes (2001), o processo de moagem tem como objetivo diminuir o tamanho das partículas de um material sólido, tendo em vista o aumento da superfície específica para melhorar a velocidade de reação de determinada matéria-prima durante a queima, misturar de um modo mais uniforme vários materiais e permitir a obtenção de características reológicas ideais.

No moinho de bolas ocorre a redução da granulometria da matéria-prima usada nas massas cerâmicas. O tamanho das partículas exerce uma influência determinante nas propriedades e comportamento dos materiais ao longo do processo de fabricação, como por exemplo: no comportamento reológico, na conformação, na queima e nas características finais do produto (RIBEIRO e ABRANTES, 2001).

## **2.6 Desferrização**

Segundo Costa (2003), um dos benefícios que traz a desferrização é uma superfície mais limpa (menos pigmentada/escura).

A separação magnética é um método que pode ser utilizado no processamento de minérios, com o objetivo de remover impurezas magnéticas contidas nos minerais industriais (LUZ *et al*, 2010).

## **3. Materiais e Métodos**

A Figura 02 mostra, sinteticamente, as atividades desenvolvidas neste trabalho.

### **3.1 Amostragem de Matéria-Prima**

Inicialmente, amostras de um feldspato potássico *in natura* e após o processo de beneficiamento industrial foram obtidas. A amostra moída foi obtida na malha 200 mesh



e será identificada como Pendular. A amostra de feldspato potássico *in natura* foi quebrada manualmente, passada em malha 12 mesh e separada para posterior moagem no moinho gira-jarro do laboratório de cerâmica do IDT/IPARQUE/UNESC, sendo identificada como Gira-jarro.

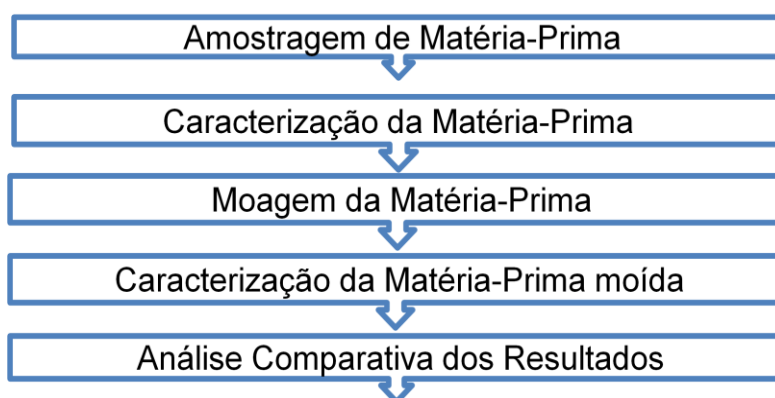


Figura 02 – Fluxograma das atividades realizadas.

### 3.2 Caracterização das Matérias-Primas

De posse das matérias-primas, estas foram caracterizadas empregando-se as técnicas mostradas na Tabela 01.

Tabela 01 – Técnicas de caracterização empregadas para as amostras Pendular e *In natura*.

Matérias-Primas	Análise Química	Difratometria de Raios X	Determinação da Distribuição de Tamanhos de Partículas	Microscopia de aquecimento	Espectrofotometria de Absorção Atômica
<i>In Natura</i>	X				X
Pendular	X	X	X	X	X

Fonte: a autora, 2012.

A análise química por fluorescência de raios X (Philips, modelo PW 2400) e a microscopia de aquecimento (Dilatômetro Óptico – Misura) foram realizadas no SENAI/Criciúma-CTCmat, enquanto que a difratometria de raios X (Shimadzu, modelo XRD-6000), a determinação da distribuição de tamanhos de partículas (Granulômetro a

Laser marca Cilas, modelo 1064L) e a espectrofotometria de absorção atômica (marca Unicam, modelo SOLAR 969) foram realizadas no IDT/IPARQUE/UNESC. Para realizar uma avaliação química e física mais completa do resultado do beneficiamento, e principalmente avaliar o nível de ferro metálico ou alguma de suas formas oxidadas, como a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), as análises químicas foram realizadas antes e depois do beneficiamento para comparação e análise dos resultados.

### **3.3 Moagem da Matéria-Prima**

Foi realizada a moagem a úmido em um moinho gira-jarro no IDT de 1 kg de feldspato *in natura* quebrado manualmente e passado na malha 12 mesh, moído com 700 mL de água e com 50% de bolas. O objetivo era obter um material passante em malha 200 mesh após a moagem. Para isto, foram necessárias 5 h de moagem. Após a moagem no IDT, essa matéria-prima foi seca e encaminhada para caracterização.

### **3.4 Caracterização da Matéria-Prima**

Após a moagem no laboratório, foram realizados os seguintes ensaios de caracterização: análise química, microscopia de aquecimento, difratometria de raios X, espectrofotometria de absorção e determinação da distribuição de tamanhos de partículas, para posterior comparação dos processos de moagem. A seguir, foi realizada a queima das amostras Pendular e Gira-jarro, empregando-se uma formulação de esmalte-padrão de liberação utilizada pela empresa. As formulações estão apresentadas na Tabela 02. Para isto, cada formulação foi moída por 10 min em moinho excêntrico (periquito), aplicada com a ajuda de um binil de abertura 0,4 mm e queimada em forno mufla de laboratório a uma temperatura de 1130 °C durante 37 min.

## **4. Resultados e Discussões**

A técnica de FRX apresenta como resultado os teores dos elementos presentes na amostra em sua forma mais estável. No caso do elemento ferro, há vários estados de

oxidação em que esse elemento pode estar em uma amostra. Entretanto, o FRX irá sempre representar o resultado para o ferro presente na forma de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Assim, esta técnica apresenta apenas o teor de ferro total. A Tabela 03 apresenta os resultados de FRX e de Absorção Atômica (A.A.) das amostras estudadas.

Tabela 02 – Formulações empregadas nos esmaltes.

Fórmula amostra Pendular	Fórmula amostra Gira-jarro
65% frita transparente	65% frita transparente
10% caulim	10% caulim
25% amostra Pendular	25% amostra Gira-jarro
0,2% TPF	0,2% TPF
0,2% CMC	0,2% CMC
50 mL de água	50 mL de água

Fonte: a autora, 2012.

A Tabela 03 apresenta os resultados de análise química feita pela técnica de Fluorescência de Raios X (FRX) nas amostras *In natura*, Pendular e Gira-jarro. Nesta última foram realizados 2 ensaios de análise química para confirmação dos resultados. Esta tabela mostra que a composição química destas amostras é característica de um feldspato potássico, considerando os teores de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{Na}_2\text{O}$  presentes, de acordo com Abreu (1973).

Tabela 03 – Composição química das amostras Pendular e Gira-jarro.

Amostra		Óxidos (% em peso)										
		$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	MgO	MnO	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	P.F
<i>In Natura</i>	FRX	18,9	0,1	<b>0,2</b>	9,4	<0,05	<0,05	4,3	0,2	66,6	<0,05	0,3
Pendular	FRX	17,3	0,2	<b>0,2</b>	8,5	<0,05	<0,05	3,9	0,2	69,2	<0,05	0,5
	A.A.	-	-	<b>0,1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
Gira-jarro 1	FRX	17,2	0,1	<b>0,3</b>	6,8	<0,05	<0,05	3,6	0,2	70,7	<0,05	1,0
	A.A.	-	-	<b>0,1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
Gira-jarro 2	FRX	16,6	0,2	<b>0,3</b>	7,4	0,06	<0,05	3,9	0,2	71,0	<0,05	0,3

As variações encontradas na Tabela 03 nas análises químicas são esperadas, porque as amostras recolhidas, mesmo sendo da mesma jazida e do mesmo lote, podem apresentar variações de acordo com sua composição natural.

A amostra Pendular demonstrou teor de ferro mais baixo, possivelmente devido ao processo de desferrização utilizado pela empresa no processo de beneficiamento.

A Tabela 03 ainda mostra o teor de ferro total feito pela técnica de absorção atômica (A.A.). Nesta técnica, os resultados mostram que tanto a amostra Pendular quanto a amostra Gira-jarro não apresentou diferença significativa no teor de ferro total. Considerando que a moagem a úmido no gira-jarro foi realizada sem a presença de qualquer contaminante de ferro (jarro e corpos moedores de porcelana), o teor de ferro encontrado na amostra Pendular indica que o processo de desferrização utilizado pela empresa foi eficiente.

Os óxidos presentes estão combinados na forma das fases cristalinas anortoclásio, que é um mineral triclinico do grupo dos feldspatos (mistura de silicato de alumínio e sódio com silicato de alumínio e potássio) e quartzo, conforme mostrado na Figura 03.

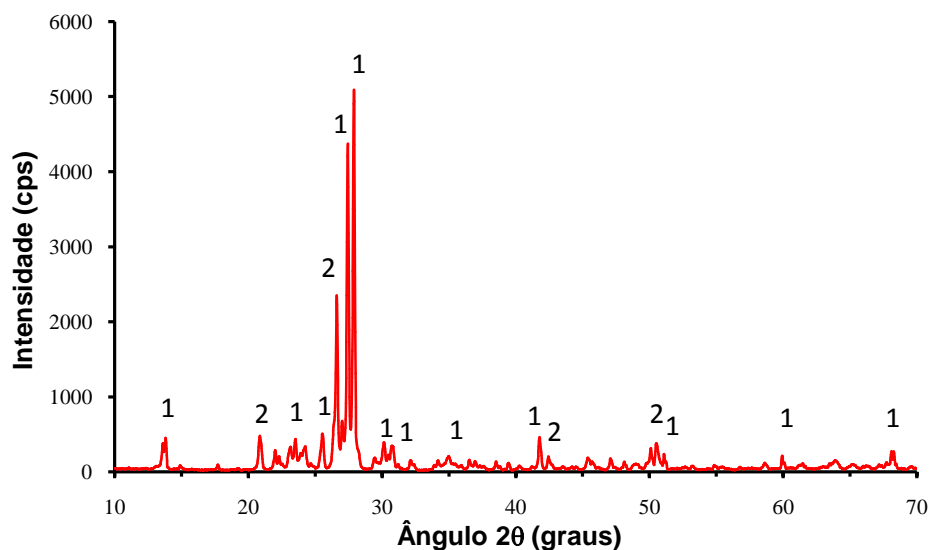


Figura 03 – Difratograma de raios X do feldspato estudado: 1 – Anortoclásio (Cartão: 9-478), 2 – Quartzo (Cartão: 46-1045).

Apesar do peneiramento das amostras Pendular e Gira-jarro em malha 200 mesh, ambas apresentaram diferentes distribuições granulométricas, como mostram as Figuras 04 e 05. A amostra Pendular apresentou  $dp_{50} = 6,47 \mu\text{m}$  e a amostra Gira-jarro apresentou  $dp_{50} = 13,01 \mu\text{m}$ .

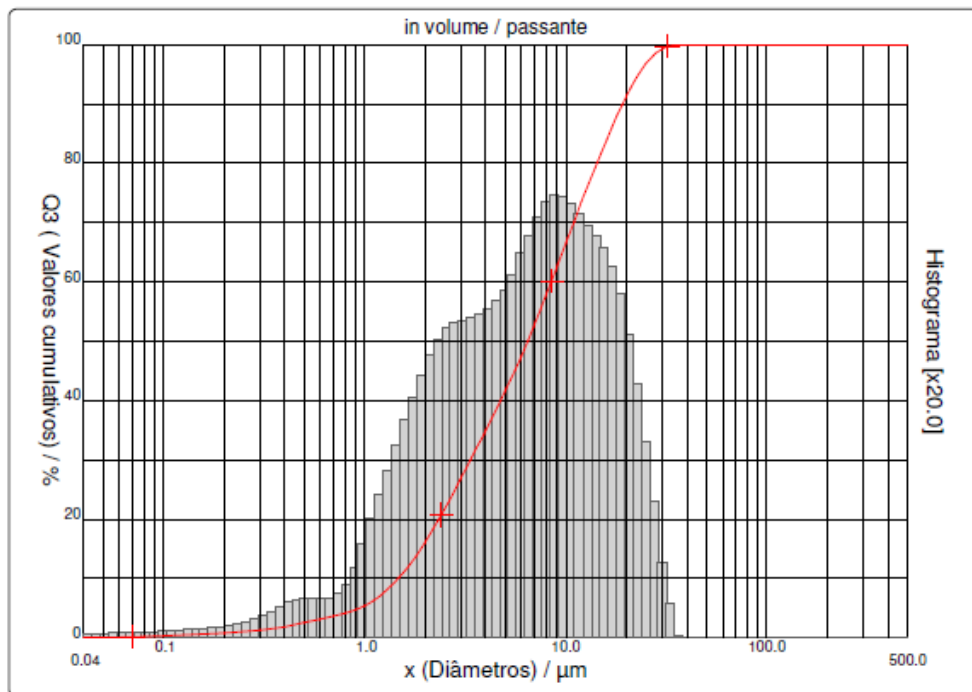


Figura 04 – Distribuição Granulométrica da amostra pendular.

No setor cerâmico, um feldspato é empregado em razão de sua fundência. Dentre as várias técnicas existentes, a técnica de microscopia de aquecimento tem sido empregada para avaliar a sinterabilidade de materiais fundentes, porque avalia todo o intervalo de temperatura da amostra analisada, até sua fusão completa. As Figuras 06 e 07 apresentam as curvas de sinterização (RL vs T) das amostras Pendular e Gira-jarro. Estas figuras mostram que a temperatura de sinterização da amostra Pendular foi 1264 °C, enquanto que na amostra Gira-jarro a temperatura foi de 1246 °C. As temperaturas de amolecimento encontradas foram de 1355 e 1360 °C, respectivamente para as amostras Pendular e Gira-jarro, indicando que elas apresentam praticamente a mesma fundência.

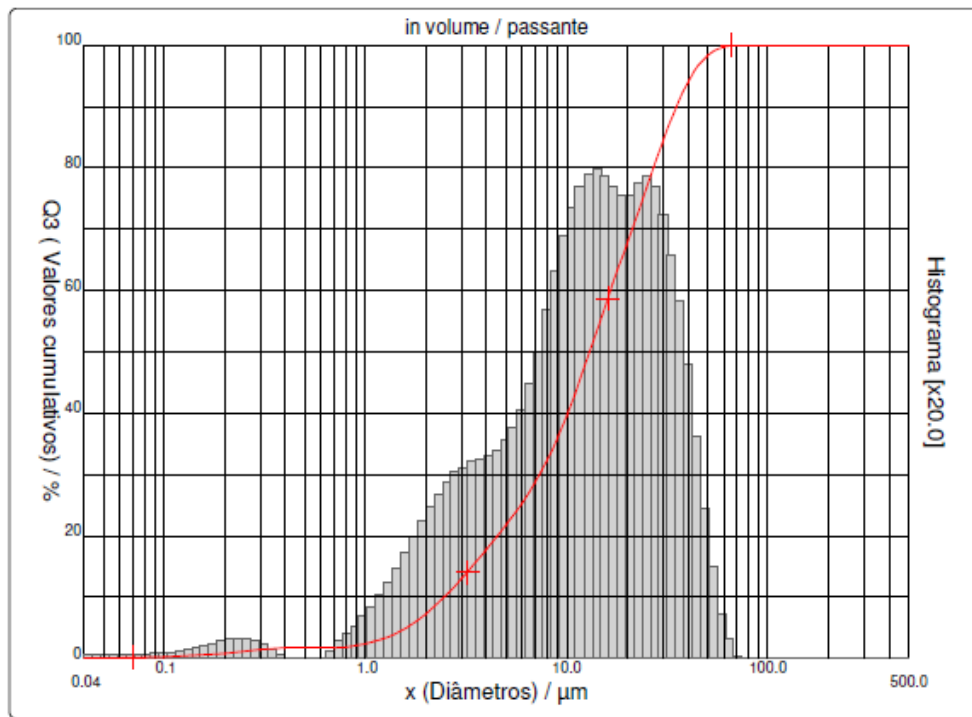


Figura 05 – Distribuição Granulométrica da amostra gira jarro.

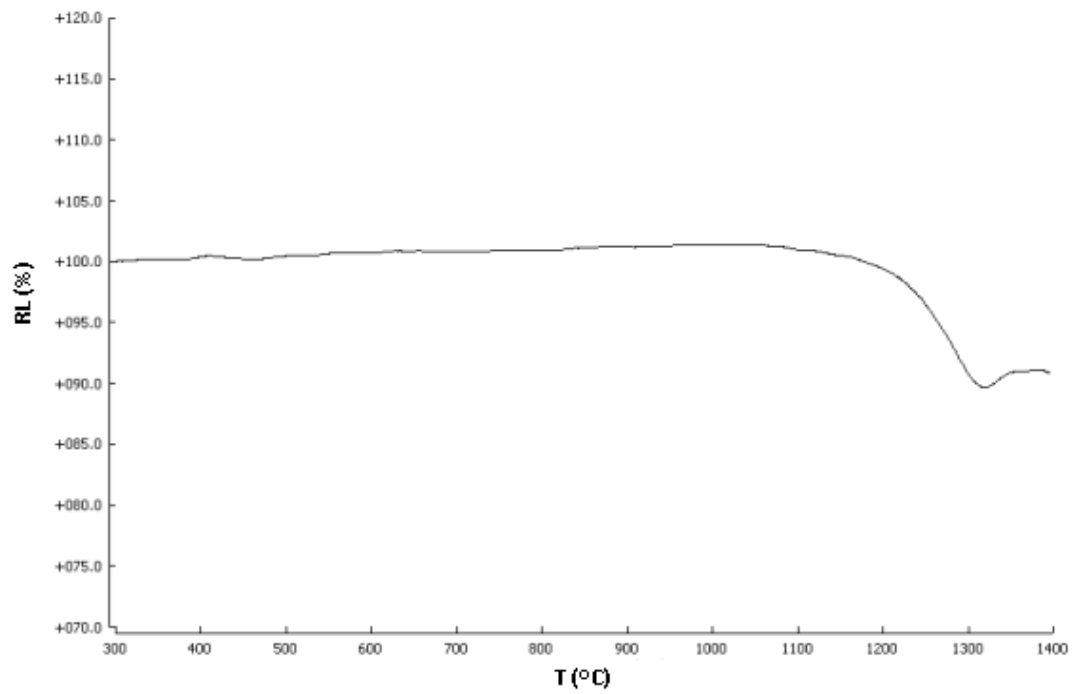


Figura 06 – Curva de sinterização da amostra Pendular.

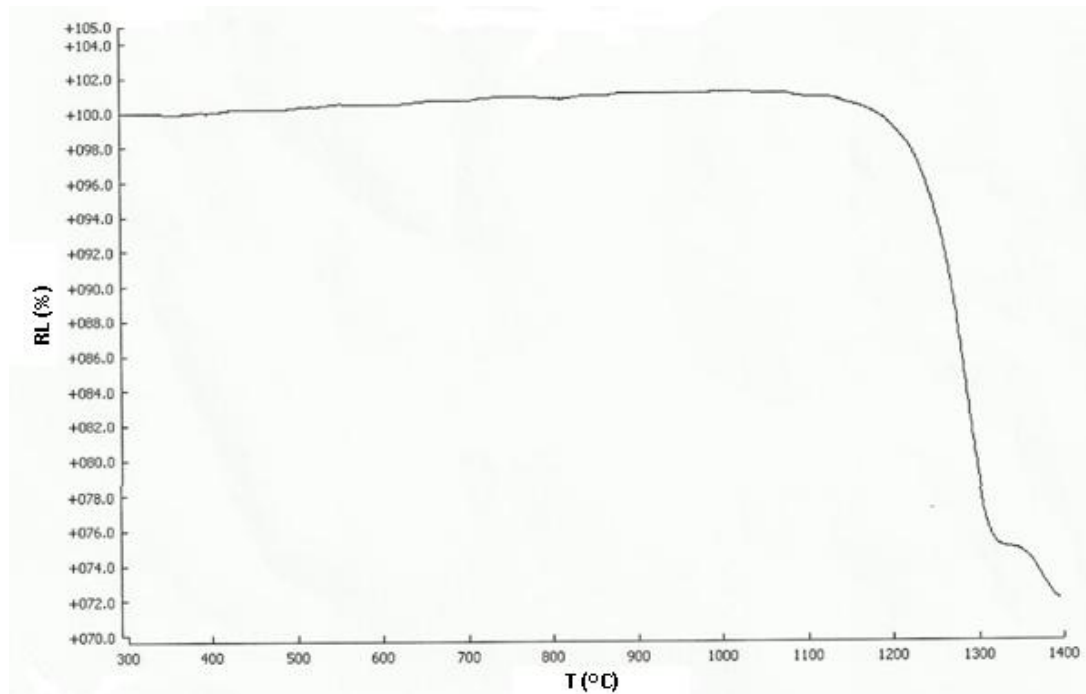


Figura 07 – Curva de sinterização da amostra Gira-jarro.

Considerando os objetivos desse trabalho, foi realizado o teste de determinação de ferro magnético, já que, em processo de moagem a seco realizado em moinho pendular, é esperado que houvesse contaminação do material a ser moído por ferro metálico (magnético). Isto exige elevada eficiência do processo de desferrização após o processo de moagem. A determinação do ferro magnético foi realizada nas amostras Pendular e Gira-jarro, com valores obtidos de 0,023% para as duas amostras. Isto significa que do ferro total existente na amostra *In natura*, este teor refere-se ao ferro magnético (Fe metálico ou  $Fe_3O_4$ ), enquanto que o restante refere-se às outras formas de oxidação do ferro (não magnéticas) e que não serão determinadas neste trabalho.

A Figura 08 mostra uma fotografia de uma peça cerâmica contendo uma aplicação de esmalte-padrão para liberação contendo as amostras Pendular e Gira-jarro. Nesta figura pode-se observar que não há uma diferença perceptível na coloração das camadas aplicadas, confirmando os resultados anteriores de que o processo de desferrização presente na empresa foi eficiente na retirada do ferro magnético

incorporado pelo processo de moagem, apresentando os mesmos resultados daqueles obtidos pela moagem laboratorial em moinho gira-jarro.



Figura 08 – Fotografia das amostras Pendular e Gira-jarro aplicadas sobre um substrato cerâmico. (Fonte: a autora, 2012).

Apesar da elevada eficiência da desferrização do feldspato no moinho industrial, o teor de ferro existente ainda é elevado para aplicações mais nobres no processo cerâmico. Assim, sugere-se uma pesquisa mineralógica de outra jazida de feldspato com menor teor de ferro, para possível comercialização para finalidades mais nobres, ou a combinação de uma moagem mais eficiente com a implantação de ímãs mais potentes no processo de beneficiamento para uma desferrização ainda mais eficiente.



## 5. Considerações Finais

Neste trabalho foi realizado um estudo para avaliar a eficiência do processo de desferrização industrial. Foi comparado o processo de moagem a seco industrial em moinho pendular com desferrização com o processo de moagem a úmido em laboratório com moinho gira-jarro de cerâmica. Os resultados mostraram que o processo de desferrização utilizado pela empresa é suficiente, pois os testes empregados não mostraram diferenças significativas nas amostras recolhidas, comprovando a eficiência do processo de desferrização industrial existente. Neste caso, a implementação de processo de beneficiamento via úmida em substituição ao processo via seca existente seria economicamente inviável.

## Referências

ABREU, Sylvio Fróes. Recursos minerais do Brasil. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. v. 1

BIFFI, Giovanni. O grés porcelanato: manual de fabricação e técnicas de emprego. 3. ed. São Paulo: Faenza Editrice do Brasil, 2002. 262 p.

CANCELLIER, Enio Luiz. Desenvolvimento de massa para grés porcelanato. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2001.

CORDEIRO, Taís da Silveira. Desenvolvimento de esmalte com matérias-primas cruas. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2012.

COSTA, Joaquim Botelho da. Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico. 10. ed Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 196 p

COSTA, Mário Sérgio Zanette de. Estudo em Matérias-Primas para Porcelanato. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2003.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando A. Freitas CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (BRASIL). Rochas & minerais industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM, 2005. 720p.

LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. Tratamento de minérios. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 932 p.

MENEGON, Fábio Roberto. Estudo de formulações de massas de porcelanato visando redução de custos de produção. Relatório de estágio. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2002.

RIBEIRO, Manuel Joaquim P. M.; ABRANTES, João Carlos Castro. Moagem em Moinho de Bolas: Estudo de algumas Variáveis e Otimização Energética do Processo. Cerâmica Industrial, São Paulo, v.6, n.2, p. 7-11, março/abril,2001.

SOUZA, Valsir Cardoso de. Plano de Pesquisa da Empresa Micromil-Micronização e Moagem Ltda. Forquilha, 2012.