

## ANEXO V – Resumo Técnico do Projeto

### P.220 SECADORES CONTÍNUOS DE ARGILAS PARA O SETOR DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Ciclo 2016 / 2017

Dr. Fábio Gomes Melchiades<sup>2</sup>

1 Comgás – Companhia de Gás de São Paulo  
2 CRC – Centro de Serviços em Materiais Cerâmicos  
3 Cecafi – Cerâmica Carmelo Fior

**Resumo** – A redução da umidade de argilas mediante uso de secadores rotativos é uma alternativa que pode conferir produtividade e estabilidade aos processos industriais, além da possibilidade de redução do uso de pátios de secagem e quantidade de material particulado no ar. Foram realizados testes industriais em secador rotativo instalado em uma empresa produtora de revestimentos cerâmicos no pólo de Santa Gertrudes. Foram secas argilas com diferentes conteúdos de umidade e avaliados seus efeitos sobre a produtividade e a eficiência térmica do equipamento. Além disso, os parâmetros técnicos da massa (granulometria, fluidez, plasticidade, etc.) e dos revestimentos cerâmicos produzidos com as argilas secas nestas condições também foram analisados. Os resultados mostraram que os secadores contínuos são uma alternativa viável que permite padronização da argila sem perda de suas propriedades.

Palavras-chave: argila; pátios de secagem; secador contínuo; secador rotativo.

#### Introdução

Santa Gertrudes (interior de São Paulo) representa o maior pólo de produção de pisos e revestimentos da América Latina e utiliza majoritariamente o processo via seca<sup>1</sup> que necessita de argilas com baixo conteúdo de umidade (idealmente 5%) para o ingresso nos moinhos. Atualmente, as argilas são extraídas com umidade média de 12% e passam por uma operação de secagem a céu aberto com o auxílio de máquinas que utilizam óleo diesel, requerem muito espaço, geram elevada quantidade de material particulado<sup>2</sup> em suspensão e dependem da sazonalidade relacionada com as condições climáticas. Os secadores contínuos utilizam gás natural e poderiam permitir a eliminação dos pátios de secagem, garantir o abastecimento constante de argilas e aumentar a produtividade dos moinhos. Assim, o objetivo geral do projeto foi avaliar o desempenho de um secador contínuo de argila com gás natural como combustível e comparar seu desempenho com moinhos secadores, apresentando as vantagens e desvantagens de cada técnica

#### Desenvolvimento

As seguintes atividades foram desenvolvidas para a execução do projeto:

##### *A. Seleção de fabricante de secador e mineradora de argila:*

O objetivo dessa etapa do projeto foi selecionar o equipamento de maior potencial a partir do contato com diferentes fabricantes e avaliação das características técnicas dos equipamentos. Além disso, fez-se necessário a seleção e o estabelecimento de parceria com empresa cerâmica com interesse de instalar o secador.

##### *B. Aquisição e instalação de secador contínuo*

Nesta etapa, o secador foi adquirido e instalado nas dependências da empresa selecionada para a realização de testes industriais e avaliação do desempenho técnico e econômico do secador.

##### *C. Caracterização de argila seca por exposição ao sol*

Foi caracterizada em laboratório a argila utilizada pela empresa cerâmica com secagem pelo método tradicional de exposição ao sol através dos seguintes parâmetros: análise granulométrica em peneiras, teor de resíduo superior a 0,045 mm. Corpos de prova foram prensados a 250 Kg.f/cm<sup>2</sup> e a densidade aparente, módulo de ruptura a flexão, retração linear de secagem determinados. Também foram queimados em ciclo de 20 minutos e avaliação de absorção de água, retração linear de queima, módulo de ruptura, coeficiente de dilatação térmica e tendência ao coração negro.

#### D. Caracterização da argila seca no secador contínuo

A argila utilizada pela empresa foi avaliada pelos mesmos parâmetros descritos no item C. Foram programados testes variando-se o teor de umidade inicial e final utilizando diferentes temperaturas e velocidades de alimentação.

#### E. Análise de desempenho do secador

Avaliação da produtividade, consumo específico de gás natural com a secagem em distintas temperaturas e comparação dos resultados obtidos com as outras tecnologias de secagem disponíveis (moinhos secadores e exposição ao sol).

#### F. Caracterização de produto acabado semi-industrial

Os desempenhos dos produtos fabricados com as argilas secas em secador contínuo e por exposição ao sol foram avaliados em laboratório credenciado de acordo com a norma ABNT NBR 13.818.

### Resultados

As amostras de argilas receberam as identificações detalhadas na legenda abaixo:

- STD: argila seca ao sol;
- T1: 11,4% entrada e 5,1% saída;
- T2: 11,2% entrada e 3,5% saída;
- T3: 11,1% entrada e 6,5% saída;
- T4: 14,0% entrada e 7,6% saída;
- T5: 12,5% entrada e 5,8% saída.

Tabela 1: Análise granulométrica em peneiras: fração retida em cada malha.

Malha (µm)	Std	T1	T2	T3	T4	T5
840	10,7	9,8	9,1	10,8	9,6	12,1
500	11,5	11,0	11,8	14,9	13,6	14,2
350	19,1	17,3	17,0	19,6	22,3	18,2
180	43,8	47,0	48,2	42,2	46,1	44,5
125	8,2	6,5	8,0	5,4	3,7	6,5
63	5,2	6,8	4,6	5,9	4,0	3,4
< 63	1,6	1,5	1,3	1,2	0,8	1,1

Tabela 2: Resíduo (R), densidade aparente (Dap), módulo de ruptura a flexão (MRF) e retração linear de secagem (RLs) das argilas.

Am.	R45µm %	Dap g.cm <sup>-3</sup>	MRF Kgfc <sup>m</sup> - <sup>2</sup>	RLs %
Std	33,5	1,90±0,01	54±4	0,57±0,04
T1	36,8	1,90±0,00	56±3	0,56±0,03
T2	38,2	1,90±0,01	54±2	0,54±0,02
T3	35,5	1,90±0,00	52±1	0,56±0,02
T4	34,5	1,90±0,01	53±1	0,54±0,02
T5	35,8	1,90±0,01	52±3	0,55±0,04

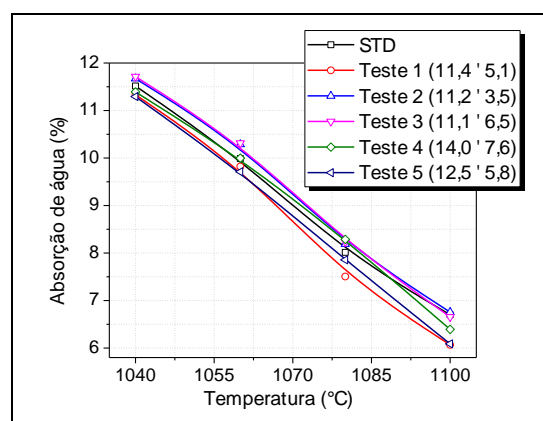


Figura 1. Absorção de água em 4 temperaturas.

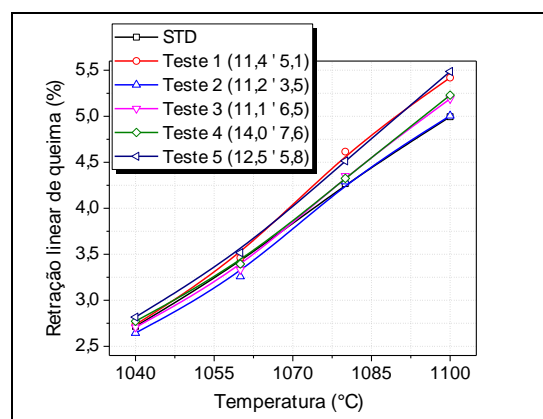


Figura 2. Retração linear de queima em 4 temperaturas.

Tabela 3: Características após queima a 1080°C: resistência mecânica, dilatação térmica e coração negro.

Am.	MRF Kg/cm <sup>2</sup>	$\alpha_{25-325^{\circ}\text{C}}$ (10 <sup>-7</sup> .°C <sup>-1</sup> )	C. negro
Std	40±1	80,9	Baixo
T1	42±2	80,4	Baixo
T2	40±2	79,3	Baixo
T3	39±1	79,7	Baixo
T4	39±2	80,1	Baixo
T5	40±1	80,3	Baixo

Tabela 4: Desempenho do secador: produção (ton/h), consumo de gás (Nm<sup>3</sup>/h), consumo energético específico / evaporação de água (Kcal/kg água), consumo de gás específico – produção de argila seca (Nm<sup>3</sup>/ton argila seca)

Am.	ton/h	Nm <sup>3</sup> /h	Kcal/kg água	Nm <sup>3</sup> /ton argila seca
T1	45	402	1214	10,1
T2	45	429	1060	10,7
T3	45	267	1104	6,7
T4	40	372	1244	10,8
T5	45	406	1153	10,3

## Conclusões e contribuições

A secagem forçada de argilas em secadores rotativos constitui alternativa técnica e econômica viável para a fabricação de revestimentos cerâmicos pelo processo via seca. A tecnologia permite maior padronização da umidade de entrada da argila no processo produtivo e com isso assegura maior produtividade aos moinhos de martelos e pendulares. Consequentemente a qualidade do pó granulado também se estabiliza, visto que a granulação pode ocorrer sempre com a mesma adição de água nos granuladores. De igual maneira, o custo de preparação de massa não se torna dependente da sazonalidade, como ocorre atualmente, onde em períodos chuvosos o custo de fabricação é muito distinto em comparação com o período de estiagem.

Os testes realizados no secador rotativo instalado na empresa parceira do projeto permitiram reduções de umidade nas argilas da ordem de 5% a 8%, mantendo sempre produtividade ao redor de 40 ton/h. Os testes também revelaram que ajustes nas condições de secagem podem obtidos por meio de alterações na velocidade de alimentação, temperatura dos gases e depressão no interior da câmara de secagem.

A temperatura da argila na saída do secador varia entre 50°C e 70°C, a depender dos parâmetros de operação.

Os resultados do projeto também evidenciaram que a massa granulada após secagem no secador rotativo testado não apresenta variações de granulometria e fluidez quando comparada com a mesma massa seca por exposição ao sol. De igual maneira, pode-se perceber que a tecnologia de secagem não afeta a plasticidade da argila, visto que a temperatura a que os fragmentos de argila são expostos no interior da câmara de secagem não é suficientemente elevada para promover calcinação. Em consequência destes resultados, todas as propriedades normativas dos revestimentos fabricados utilizando a tecnologia de secagem estudada no projeto foram atingidas.

No que diz respeito à viabilidade econômica, o monitoramento de produtividade e consumo de gás natural do equipamento indicaram que a eficiência térmica depende da redução de umidade praticada durante a secagem das argilas. Os resultados demonstraram que a tecnologia gera consumo energético específico entre 1050 e 1250 Kcal / Kg água, o que representa consumos específicos de gás natural entre 6,5 e 10,8 Nm<sup>3</sup>/ton argila seca.

Há ainda expectativas de aumento de eficiência térmica com a viabilização da recuperação de gases quentes dos fornos, que apresenta potencial de redução de consumo de gás natural da ordem de 30% a 40% a depender da temperatura dos gases.

O moinho secador testado em projeto anterior apresentou maior eficiência térmica que o secador rotativo testado neste projeto. Estes resultados parecem afetado pela maior fragmentação das argilas promovida pelos moinhos secadores e pelo maior volume de ar na câmara do equipamento. Há de se considerar, todavia, que o uso de argilas muito úmidas nos moinhos secadores, reduzem sua produtividade e este parâmetro deve ser considerado nos projetos de secagem de argilas.

## Referências

1. CABRAL JR. et. al. Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo: Parte II .Indústria de revestimentos. **Cerâmica Industrial**, 24 (2) 2019.
2. CHRISTOFOLETTI, S.R. et al. Impactos positivos e negativos da atividade minerária no "APL" de Santa Gertrudes **Cerâmica Industrial**. 17 (4). 2012.