

## COLEÇÃO “BOAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS NA CERÂMICA VERMELHA”



### SECAGEM E SECADORES

Nº 02/2021



### POR QUE É IMPORTANTE TER UMA SECAGEM DE PEÇAS BEM FEITA?

A secagem das peças de cerâmica vermelha constitui uma etapa fundamental no processo de fabricação de telhas e blocos para obtenção de produtos de qualidade e sem defeitos, além de proporcionar uma redução de perdas.

Para definir o sistema de secagem mais apropriado para a sua empresa, vários pontos precisam ser definidos, como por exemplo: tipo de argilas e minerais disponíveis, produção de desejada, tipo de produtos (telhas, blocos e outros), comportamento da massa cerâmica na secagem, transporte internos dos produtos, grau de automação possível, disposição das peças em estantes ou vagonetas e o controle do ambiente interno da estufa ou secador.

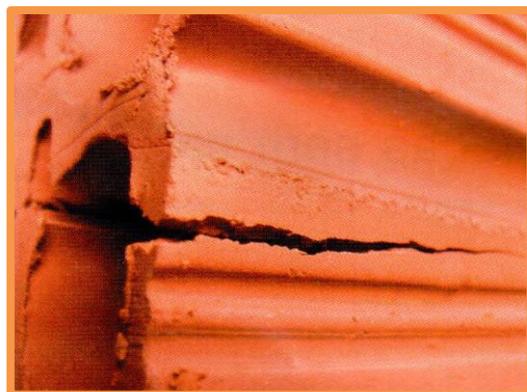
### CONCEITOS E FUNDAMENTOS IMPORTANTES

Cada tipo de argila e suas misturas devem ter uma condição ideal de secagem, e em laboratório é possível determinar alguns parâmetros importantes que ajudam nesta definição. São eles: teor de umidade, retração de secagem e o arranjo granulométrico da massa.

A secagem precisa ser feita de forma lenta, fazendo com que a umidade presente nas peças cruas seja extraída de forma homogênea, evitando trincas e estouros. Ou seja, todas as peças, seja em posições baixas, intermediárias ou superiores, seja nas laterais ou centro, devem estar submetidas às mesmas condições de temperatura e umidade durante todo o ciclo ou tempo de secagem.

#### Importante – fornos não foram feitos para secar.

A presença de umidade residual pode causar deformações, trincas e estouros. Na verdade, a extração da umidade precisa ocorrer numa temperatura em torno de 100°C, que é a temperatura de evaporação da água.



*Trincas no formato em “V” típicas de secagem mal feita (Más, E. em Fornos Cerâmicos Um a Um).*

### TIPOS E FORMAS DE SECAGEM - VANTAGENS X DESVANTAGENS

#### SECAGEM NATURAL AO TEMPO



*Secagem ao tempo em pátio.*

Esse tipo de secagem é muito empregado no Brasil. É realizada em pátios abertos, aproveitando o clima propício de alta incidência solar e temperaturas elevadas.

A grande vantagem é que não há gasto com a geração de calor. Mas, as desvantagens são inúmeras: os produtos ficam expostos a eventuais chuvas e a ventos irregulares, há necessidade de uma grande área, é mais demorada, exige muita mão de obra e ocorre muitas perdas de peças, tanto por manuseio excessivo, quanto por deformações devido à

incidência desigual de sol e ventos. Além disso, a umidade relativa do ar ambiente influencia bastante o tempo de secagem.

## SECAGEM NATURAL EM GALPÕES COBERTOS

É semelhante ao caso da secagem natural ao tempo em termos da vantagem de não haver custos para a geração de calor, mas sem as desvantagens advindas das condições do clima (chuvas e sol direto).

Nesta secagem são empregados galpões cobertos por material plástico translúcido. Neste caso é importante aproveitar a direção dos ventos predominantes lateralmente e ter uma disposição das peças de modo a facilitar o fluxo de ar entre elas. Isso garante maior homogeneização da secagem das peças. Este processo também exige muito manuseio e a secagem também é lenta.



*Secagem em galpões com cobertura de plástico.*

## SECAGEM ARTIFICIAL

Neste bloco existem vários tipos de secadores ou estufas, todos bastante empregados no setor. São eles: estáticos (em câmaras) e semi-contínuos ou contínuos.

As vantagens desses secadores artificiais são muitas: menores tempos de secagem, maior controle das condições ideais, menor manipulação das peças e perdas muito baixas. Em contrapartida, há um custo de investimento para a estrutura, vagonetas, exaustores, ventiladores, instrumentos de controle, afóra os gastos com energia térmica (lenha) e energia elétrica.

O secador constitui um ambiente fechado com capacidade variável, que pode ser ajustada conforme a carga a ser processada. As temperaturas de operação idealmente se situam na faixa de 60°C a 90°C, utilizando uma circulação do ar aquecido por uma fonte própria de geração de calor (em fornalha) ou do ar quente de resfriamento dos fornos. O tempo médio de secagem se situa em torno de 24 horas.



*Secadores tipo túnel.*

Embora tenham características técnicas e operacionais diversas, esses secadores apresentam boa eficiência operacional e energética (térmica e elétrica). Os critérios de escolha são: a velocidade necessária aos ventiladores, a quantidade de ventiladores, a oferta de ar quente do processo, o tipo de argila processada, tipos de produto (densidade e geometria), escala de produção, capacidade de estocagem de produtos úmidos e de produtos secos, tipo de ventiladores (fixos ou auto-viajantes) e velocidade de secagem (rápida ou lenta).

Deve-se sempre ter em mente que a secagem deve se dar lentamente, de modo que água presente nas peças possa ser retirada sem causar trincas e estouros, e de forma o mais homogênea possível. Na figura a seguir é mostrada as temperaturas iniciais no secador ou estufa (na sua entrada), que devem se situar por volta de 40°C a 45°C, e a umidade em torno de 85%. Ao final do processo, após determinado tempo, com as peças já secas, a temperatura deve se encontra entre 90-100°C e umidade no máximo em 6%, que já é adequada para o encaminhamento dos produtos para a queima.

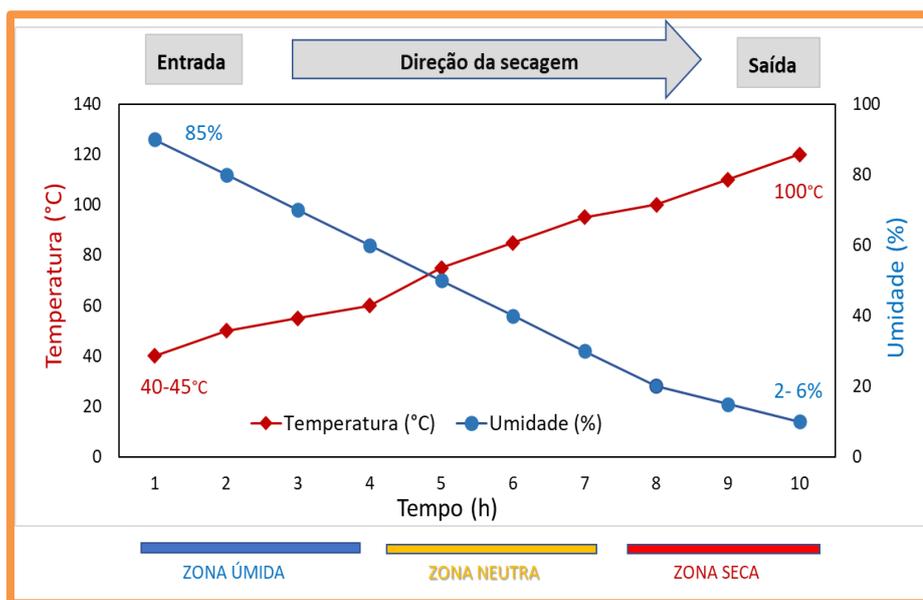


Diagrama típico das curvas de temperatura e umidade em um secador.

(Obs.: a duração em horas da secagem pode variar bastante, podendo até consumir 36h, conforme o tipo de produtos e mescla de argilas e o quão é eficiente o secador.)

Nos secadores estáticos ocorrem variações de temperatura e umidade sobre o material parado. Já nos secadores contínuos tais variações são estabilizadas ao longo do trajeto dos materiais. Entretanto, são equipamentos mais caros e sofisticados.

Outra caracterização dos secadores está associada com o tipo de circuito que os alimenta: circuito aberto – o ar se renova continuamente por tiragem natural (chaminé) ou forçada (exaustores) ou circuito fechado – o ar é passado mais vezes sobre o material com tiragem forçada.

A escolha entre os tipos de secadores vai depender do volume de produção da empresa.

Diante de uma relevante carga de alimentação de peças, recorre-se aos secadores contínuos, ao invés dos intermitentes, considerando-se uma redução significativa nos tempos mortos e a adoção de ciclos mais mecanizados.

Os secadores contínuos rápidos, conhecidos como “talisca”, são recentes no mercado. O ciclo de secagem é extremamente reduzido, podendo ser inferior a uma hora. Nestes secadores, as peças são tratadas de forma individual, criando-se uma situação de equilíbrio e homogeneidade no processo. A secagem rápida tem os mesmos conceitos dos secadores túnel com uma maior rapidez do processo que permite tratamento em condições ótimas para cada peça processada.



Secador rápido “talisca”.

**Importante – em todos esses secadores e estufas faz-se importante ter um bom controle instrumental, através de termômetros, higrômetros (medição da umidade do ar) ou termo-higrômetros.**

## DICAS

### PARA MELHORAR A SECAGEM NATURAL

- No caso de secagem em pátios abertos: ter um bom nivelamento e drenagem do terreno, retirar mato e poças de água próximas;
- Cobrir as peças logo após sua disposição no pátio para evitar uma evaporação muito rápida da umidade, no caso muito vento e sol;
- No caso de galpões, utilizar cortinas laterais durante as primeiras horas da secagem para que a ventilação inicial não seja excessiva, pois pode acarretar atraso do processo devido ao fechamento das micro-passagens nas superfícies, que dificultam a saída de água das peças;
- As coberturas de plástico em galpões devem ter pé direito abaixo de três metros;
- As frestas de passagem de ar entre as peças devem ter espaço para uma boa circulação de ar;
- Nas estruturas com tubos de aço e cobertura em plástico (mais barato que o custo de estufas com telhas e paredes em alvenaria, que muitas vezes exigem a operação de ventiladores), deixar as peças cobertas inicialmente por no mínimo quatro horas;
- Caso já existam galpões de alvenaria, substituir ao menos parte de suas telhas convencionais por telhas translúcidas;
- Orientar os furos dos blocos na direção do vento;
- Evitar a colocação de peças úmidas junto a peças mais secas, assim como peças empilhadas muito próximas da cobertura de plástico, evitando-se a incidência de calor em excesso, o que pode provocar trincas no material;
- Peças maciças ou de grande porte devem ser mantidas cobertas por mais tempo;
- Aproveitar, se possível, o calor disponível junto de paredes de fornos para uma pré-secagem de peças, evitando-se aquecimentos bruscos.

### PARA O USO DE SECADORES E ESTUFAS

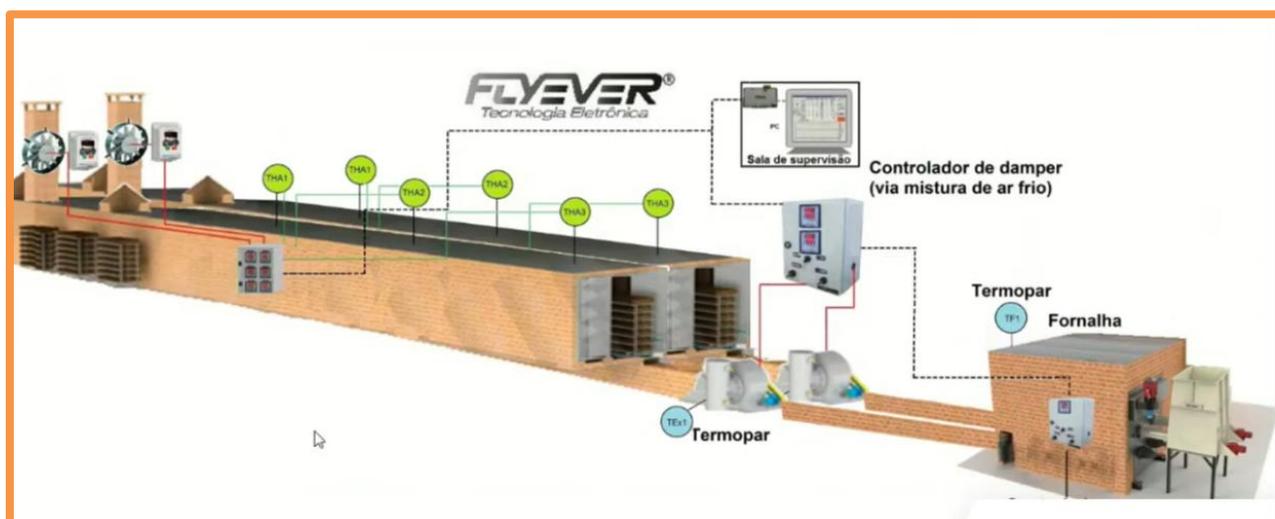
- Não se deve alimentar os fornos com peças úmidas, uma vez que pode ocorrer uma secagem abrupta nas superfícies e o aparecimento de trincas e estouros.
- Importante lembrar que para um bom funcionamento, qualquer tipo de secador precisa ser bem projetado, construído e ter a operação bem controlada. No mercado estão disponíveis diversos fabricantes com muita experiência para um projeto sob medida para cada caso.

- Manter as portas sempre fechadas, evitando distúrbios na circulação de ar que possam alterar a curva de secagem;
- Manter a umidade relativa do ar na entrada do secador (zona úmida) em 85% e temperatura por volta de 45°C;
- Manter uma ordem de retirada das vagonetas, sob pena de interferir na curva de secagem, podendo causar trincas ou deficiência de secagem;
- Controlar a retirada de ar úmido pelo extrator/exaustor ou chaminé, lembrando que a umidade inicial é responsável pela qualidade e produtividade da secagem;
- Quanto maior o volume de ar fornecido pelos ventiladores, maior a eficiência da secagem;
- Na falta de umidade inicial, usar aspersores ou tambores com água na entrada do secador;
- O gotejamento de água na entrada do secador em períodos quentes (verão) é sinal de entrada de ar frio na zona úmida;
- Manter a altura da vagoneta próxima da altura interna do secador, evitando espaços entre a vagoneta e o teto. Vagonetas muito baixas em relação à altura do secador provocam bolsão de ar quente no teto. Além de dificultar a secagem, provoca trincas;
- Produtos secos, caso não sigam diretamente para a queima, devem ser armazenados em local ventilado para não sofrerem reabsorção da umidade do ar.

## CONTROLE/AUTOMAÇÃO

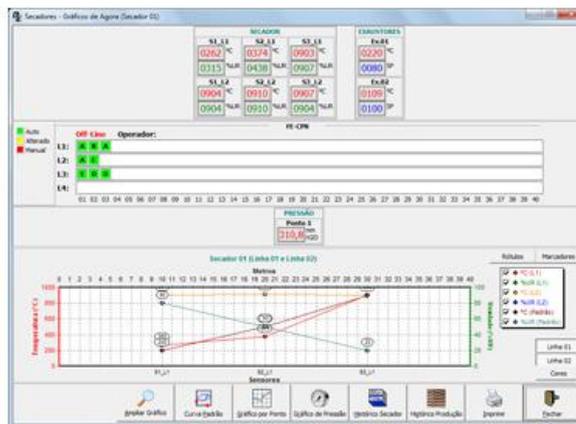
Conforme visto, para uma boa secagem das peças cerâmicas faz importante ter um bom controle da operação dos secadores e estufas. Isso somente é conseguido com um monitoramento das temperaturas e da umidade no equipamento, e em pelo menos três posições do secador (entrada, meio e saída).

Esse monitoramento pode ser feito com instrumentos simples (termômetros tipo relógio ou digitais/termopares, registradores de umidade e termo-higrômetros). A partir destas informações pode-se fazer ajustes nos extratores de umidade, exaustores e na injeção de ar quente. No entanto, estão disponíveis no mercado sistemas completamente automatizados, programáveis, e que podem controlar toda a extração de umidade através de inversores de frequência, como também a injeção de calor, modulando a entrada de ar frio em mistura com o calor da fornalha externa e/ou ar quente dos fornos através de *dampers*. De fato, este tipo de sistema é mais caro, mas traz um enorme ganho para uma secagem de boa qualidade e homogênea. A figura a seguir mostra um secador duplo, com monitoramento em três zonas (entrada, meio e saída) e com controle de extratores de umidade e do ar frio para mistura com o ar quente da fornalha, tudo automatizado.



Esquema de um secador com dois túneis com sistema de controle de temperaturas e umidade.

(Fonte: Flyever Equipamentos Ltda. Disponível em: youtube, Anfamec 14/04/21  
<https://www.youtube.com/watch?v=rO34oJowZWM&t=4233s>).



Indicador de temperatura e umidade e tela de software de monitoramento de secador.  
Fonte: Flyever Equipamentos Ltda (<http://www.flyever.com.br/web/produtos/ceramica-3/>).

## Referências

- ARAÚJO, A.C.P. Uma indústria de cerâmica vermelha no Brasil: na visão de Antônio Carlos Pimenta Araújo. 1ª. edição, Rio de Janeiro, WalPrint, 2020.
- SCHWOB, M., DE OLIVEIRA, A., HENRIQUES JR., M., RODRIGUES, J.A. Manual de sistemas de secagem na Indústria de cerâmica vermelha, Instituto Nacional de Tecnologia (INT)/MCTIC, Rio de Janeiro, 2016.
- MÁS, E. Forno um a um. Centro de Estudos Cerâmicos, 90 pgs., 2018.
- SENAI-MG. Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha. FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais e FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente, Centro de Formação Profissional Paulo de Tarso, Belo Horizonte, 31 pgs., 2013.

Este informe técnico faz parte do conjunto de materiais de disseminação tecnológica do Projeto “Eficiência Energética nos Arranjos Produtivos Locais (APL) do Setor de Cerâmica Vermelha na Região do Seridó dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte”, a cargo do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), e sob encomenda do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). É voltado para apoio ao polo produtor de cerâmica vermelha regional e busca promover o Uso Eficiente de Energia e a implementação de Fontes Renováveis de Energia, em particular de lenha sustentável e de energia solar fotovoltaica, dentre outros temas de interesse das empresas. O objetivo geral é fomentar maior produtividade no setor, além de proporcionar sustentabilidade no seu sentido mais amplo.

Para mais conteúdos referentes ao setor de cerâmica vermelha, acesse:

<https://www.gov.br/int/pt-br/central-de-conteudos/ceramica-vermelha>

Elaborado por:

**Instituto Nacional de Tecnologia (INT)** - <https://www.gov.br/int>

**Laboratório de Energia (LABEN) – Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAPI)**

Contatos: [augusto.rodriques@int.gov.br](mailto:augusto.rodriques@int.gov.br) / [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

**A reprodução total ou parcial deste material é permitida devendo ser mencionada a autoria do INT.**

Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Secagem e Secadores. Coleção Boas Práticas e Tecnologias na Cerâmica Vermelha, N° 02. Projeto APL Cerâmica Vermelha no Seridó. Rio de Janeiro, 2021.

**Parceria:**



**Realização:**

