



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0805632-3 A2**

(22) Data de Depósito: 30/12/2008  
(43) Data da Publicação: 14/09/2010  
(RPI 2071)



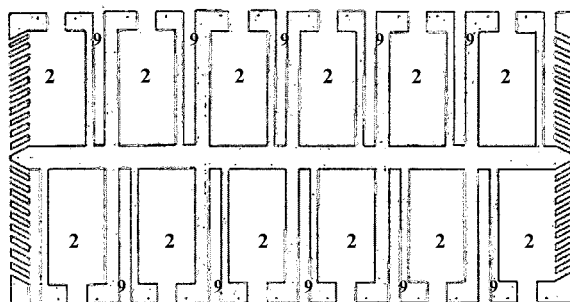
(51) *Int.Cl.:*  
F27B 1/02

(54) Título: **DISPOSITIVO PARA CONSERVAR CALOR EM ELEVADAS TEMPERATURAS**

(73) Titular(es): Paulo Sérgio Ramalho Dantas

(72) Inventor(es): Paulo Sérgio Ramalho Dantas

(57) Resumo: DISPOSITIVO PARA CONSERVAR CALOR EM ELEVADAS TEMPERATURAS A presente invenção é voltada ao desenvolvimento de uma nova configuração estrutural para um forno para cozer e/ou secar peças acabadas produzidas em material cerâmico. Tal configuração promove a redução em cerca de 2/3 do volume de lenha utilizado como combustível. Sendo assim, o acoplamento das câmaras, umas as outras, facilita a transferência do calor e dos gases necessários para a combustão, promove uma redução do tempo utilizado para a produção das peças, gera um produto mais homogêneo, uma vez que ocorre a uniformidade de temperatura promovendo uma transferência de calor entre as câmaras também de forma uniforme, e ainda garante uma maior competitividade na comercialização.



## **“DISPOSITIVO PARA CONSERVAR CALOR EM ELEVADAS TEMPERATURAS”**

### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um dispositivo  
5 para conservar calor em elevadas temperaturas, promovendo o  
cozimento e/ou a secagem de materiais cerâmicos. Mais  
especificamente, a presente concretização refere-se a uma nova  
configuração estrutural para um forno para cozer e/ou secar peças  
acabadas produzidas em material cerâmico vermelha.

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Há milhares de anos a civilização vem  
utilizando peças produzidas por material argiloso. A argila existe  
em toda a superfície terrestre. Alguns tipos de argilas são  
facilmente encontrados a céu aberto e outros em minas  
15 subterrâneas ou jazidas.

O processo de preparação das peças argilosas  
consiste primeiramente na obtenção da argila, seguida do seu  
processamento, moldagem, secagem e queima da peça.

As peças argilosas acabadas são denominadas  
20 de cerâmica. Diferentes tipos de argila geram diferentes massas  
argilosas produzidas para serem utilizadas na fabricação de  
utensílios cerâmicos, tais como telhas, tijolos, manilhas, pisos,  
etc, que é a chamada cerâmica vermelha.

Adicionalmente, outro tipo de massa argilosa, é  
25 a massa de adobe - taipas de sopapo e de pilão, tais massas são

empregadas cruas na construção de moradias. A massa chamada louça branca é usualmente usada em peças sanitárias, azulejos, pisos de alto impacto, refratários, isoladores elétricos, condutores elétricos, etc. E as massas cerâmicas para a chamada cerâmica artística.

Uma das etapas mais importante do processo de preparação das peças argilosas consiste na fase de secagem/queima do material argiloso. Logo para tal fase, é importante a seleção do forno adequado.

Na literatura encontram-se revelados, diversos tipos de forno, dentre os quais pode-se citar: os tipos caeiras, intermitentes de chama reversível, Hoffman e Túneis.

Fornos industriais para cerâmica possuem o aspecto preferencialmente de um túnel. Em muitos casos estes fornos são percorridos por vagonetas carregadas com materiais sujeitos a cozedura. Entretanto, tais fornos podem assumir diversas configurações, tais como túnel, rolos ou muflas, dependendo do tipo de peça a ser fabricada.

A estrutura desses fornos compreende refratários susceptíveis de suportarem temperaturas elevadas da ordem de 1200 °C ou ainda, valores superiores a este. Ao longo das superfícies laterais, encontram-se espalhados queimadores de combustíveis, os quais são selecionados dentre gás ou nafta. Em alguns casos, ainda é possível queimar combustíveis sólidos, tais como resíduos de material lenhoso, nesse caso, os combustíveis sólidos são alimentados pela superfície superior do forno.

Todavia, tem-se que para esses tipos de fornos, o consumo de combustível é muito elevado.

A configuração de um forno para cerâmica deve promover a transferência de calor no interior do forno das zonas  
5 mais quentes para as zonas mais frias. O ar quente tende a subir no interior do forno empurrando o ar frio para baixo que passa então a ser aquecido. Esse movimento cíclico do ar gera correntes no interior do forno aquecendo as peças e a mobília.

Conforme o ar frio vai se aquecendo e  
10 promovendo ciclo, vai sendo promovida uma uniformização da temperatura no interior do forno, de modo que todas as peças estejam expostas ao calor. Cuidados com o processo de queima devem ser observados, tais como no caso da queima ocorrer de forma muito rápida, neste caso, o interior das peças não receberá  
15 o calor necessário e seu cozimento ficará comprometido. Nessa etapa do ciclo, o calor irá da parte interna do forno para a sua parte externa, logo há uma necessidade de vedação para que não haja grande perda de calor, e da parte externa das peças para o seu interior.

20 Outros fatores podem afetar a distribuição de calor em um forno durante a queima, tais como: o arranjo interno do forno (quadrado ou cilíndrico); a temperatura de queima; a velocidade da queima; presença de um sistema de ventilação no forno; regulagem do forno no intuito de dar-se um “banho” nas  
25 peças.

O ajuste da distribuição do calor no interior de um forno é realizado por meio de controles de queima, de modo que as zonas mais frias recebam mais calor e vice-versa. Uma queima mais lenta melhora a distribuição de calor, uma vez que as regiões mais frias receberão calor por mais tempo, ajudando as peças a queimarem mais uniformemente.

O ciclo de queima tem a sua primeira etapa compreendendo a queima da água fisicamente combinada. Esta etapa promove a secagem do material por meio da evaporação da água à aproximadamente 400 °C.

A primeira queima da argila proporciona que esta se torne um pouco mais firme, porém ainda preservando um pouco da sua fragilidade. Isso se deve a velocidade de aquecimento, a qual deve ser lenta, uma vez que a transformação da água líquida em vapor de água implica em uma expansão e maior volume podendo provocar uma pressão interna na peça e conseqüente ruptura.

Embora durante essa etapa a umidade do material tenha sido removida, o material continua sob aquecimento, e a temperaturas próximas de 450 °C atingindo até 700 °C, ocorre a eliminação da água química incrustada nos orifícios da argila. Nesta etapa ocorre a decomposição parcial dos cristais argilosos.

Durante esta etapa, não apenas a água evapora, assim como são também liberados gases formados a partir de

outros materiais, como por exemplo: os carbonatos liberam dióxido do carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Um fator importante a ser considerado no arranjo estrutural de um forno é a ventilação. A atmosfera do  
5 forno deve ser suficientemente ventilada, ou seja, oxidante, a fim de permitir que essas reações se completem antes que a temperatura ultrapasse  $600^\circ\text{C}$ .

Todos os processos que envolvem perda de água ou gás devem ser devidamente completados evitando a promoção  
10 de defeitos nas peças tais como inchamento ou bolhas nas etapas posteriores a queima. A perda de água ou gases deve ser completa antes que a vitrificação das argilas ocorra.

Em torno de  $570^\circ\text{C}$  ocorrem mudanças na estrutura cristalina das argilas. Durante essa transformação a taxa  
15 de aquecimento deve ser lenta para evitar o surgimento das trincas provocadas pela brusca variação do volume.

Ao se atingir a temperatura de maturação, cerca de  $600\text{-}700^\circ\text{C}$ , parte do corpo se funde, ocorre a conversão dos minerais presentes nas argilas em vidro, promovendo mudanças  
20 químicas e físicas complexas, impedindo que a mesma retorne ao estado plástico.

A forma vítrea é obtida a uma temperatura aproximada de  $1000^\circ\text{C}$  e consiste na aproximação das partículas de argila, funcionando como um tipo de cola que promove ao  
25 corpo resistência mecânica quando frio.

Dentre os fornos usualmente revelados na literatura, que promovem um processo de queima conforme descrito, tem-se que cada um é provido de suas vantagens e desvantagens. Mas em geral, os que queimam qualquer produto com menores custos, gastam muito combustíveis e têm alto poder de poluição atmosférica, já os mais econômicos como o Hoffman e o Túnel, não são adequados para todos os produtos e têm custos muitos elevados, principalmente os fornos tipo túneis.

Dessa forma, a presente invenção visa à construção de um forno para suprir a necessidade da maioria das cerâmicas, onde um dos maiores empecilhos é o custo construtivo de um forno eficiente.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma nova configuração estrutural para um forno para cozer e/ou secar peças acabadas produzidas em material cerâmico. A referida configuração promove a redução em cerca de  $2/3$  do volume de lenha utilizado como combustível. Mais especificamente, o acoplamento das câmaras umas as outras, facilita a transferência do calor e dos gases necessários para a combustão, promove uma redução do tempo utilizado para a produção das peças, gera um produto mais homogêneo, uma vez que ocorre a uniformidade de temperatura promovendo uma transferência de calor entre as câmaras também de forma uniforme, garante uma maior competitividade na comercialização.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 mostra uma primeira vista superior geral do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 2 mostra uma primeira vista frontal, de uma seção vertical, do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 3 mostra uma vista frontal do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 4 mostra uma segunda vista superior, a qual é mostra maiores detalhes estruturais do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 5 mostra uma segunda vista frontal, de uma seção vertical, a qual mostra a porção final do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 6 mostra uma terceira vista superior do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 7 mostra uma vista lateral da modalidade mostrada na Figura 6.

A Figura 8 mostra uma vista frontal para uma segunda modalidade preferencial da presente concretização, a qual consiste na suspensão do piso da câmara.

A Figura 9 mostra uma terceira vista frontal, de uma seção vertical, do dispositivo para conservar calor ora desenvolvido.

A Figura 10 mostra uma vista frontal, de uma seção vertical, para uma terceira modalidade preferencial da presente concretização.



## DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um dispositivo para conservar calor em elevadas temperaturas, promovendo o cozimento e/ou a secagem de materiais cerâmicos. Mais especificamente, a presente concretização refere-se a uma nova configuração estrutural de um forno para cozer e/ou secar peças acabadas produzidas em material cerâmico vermelho.

A nova configuração do forno compreende a conjugação de diversos dispositivos adicionais providos de dimensões menores, os quais são ora denominados como câmara. As câmaras são prontamente dimensionadas conforme as características do material a ser queimado.

Os materiais que podem ser submetidos à queima no referido forno são selecionados dentre os materiais cerâmicos vermelho, argila, ou peças acabadas constituídas por esses materiais.

Conforme se pode desprender das Figuras que acompanham o presente relatório, o objeto de invenção passará a ser descrito com todos os seus elementos constituintes devidamente identificados de modo a facilitar o entendimento e compreensão do mesmo.

O objeto desenvolvido pela presente concretização compreende um forno (1) de formato retangular contínuo de chama reversível intermitente, ora mostrado de uma forma geral na Figura 1.

As câmaras (2) ficam dispostas na forma de pares, uma posicionada de forma oposta à outra. Entre as referidas câmaras (2), ou seja, na parte traseira de cada uma das câmaras (2), existe uma junta de dilatação (3) capaz de suportar a  
5 expansão das paredes de cada uma das câmaras (2) que estão sob queima.

Cada câmara (2) compreende uma fornalha (4), uma zona de queima (5), uma parede que separa a fornalha (4) da zona de queima (5), uma abóbada (6), uma boca de alimentação  
10 horizontal (7), bocas de ventilação (8), um cinzeiro (9), boca de alimentação vertical, colunas (10), uma zona de limpeza (11), um canal primário (12) e pequenos arcos (15) para elevação do piso da zona de queima (5).

Localiza-se, no centro da câmara (2), mais  
15 especificamente na zona de queima (5), uma abertura frontal que dá acesso ao interior da mesma, conforme mostrada na Figura 3. A referida abertura é provida de um dispositivo de cobertura, tal como uma porta dupla que promove hermeticamente o fechamento da câmara (2). No intuito de facilitar a compreensão  
20 da invenção por meio das Figuras que acompanham o presente relatório, os dispositivos de cobertura não são representados nas mesmas. Para uma modalidade preferida da presente concretização, a abertura da zona de queima (5) possui as dimensões: 2.4m por 1.2m de porta.

A referida porta dupla é constituída por uma dupla camada de tijolos com argamassa de argila e distantes entre si por uma distância mínima preferencial de aproximadamente 50 cm a fim de minimizar a perda de calor, pois o ar aquecido, localizado entre as portas age como excelente isolante térmico.

De uma maneira geral, o forno (1) ora desenvolvido promove a queima de maneira contínua, de modo que enquanto o material de uma primeira câmara (2) esta sendo queimado, a câmara vizinha (2'), está sendo aquecida de forma seqüencial/contínua sem a necessidade de receber calor diretamente por combustão.

Uma vez finalizada a queima do material da primeira câmara (2), o processo é continuado na câmara vizinha (2'), previamente aquecida. Contudo, para uma maior eficiência, neste momento em que dita câmara vizinha (2') passa a ser a câmara (2) principal de queima, é adicionado à mesma combustível suficiente para dar continuidade ao processo, e assim, o mesmo vai sendo desenvolvido ao longo do forno (1).

O local em que ocorre a queima do material combustível, ora denominado como fornalha (4), é separado do local em que o material para queima é repousado, ora denominado como zona de queima (5), conforme mostra a Figura 2. A referida separação é realizada no intuito de evitar o contato direto do material a ser queimado com o fogo, o que acarretaria requeima do referido material e produção de colorações heterogêneas, além

de promover alterações na propriedade de contração do referido material.

A fornalha (4) se localiza, preferencialmente na lateral esquerda da câmara (2). A referida fornalha (4) é separada da zona de queima (5) por uma superfície (parede) que se estende até a porção superior da câmara (2), mas não atinge a abóbada (6) da mesma, permitindo assim a passagem de ar quente pela porção superior da câmara (2) para a zona de queima (5), cozendo dessa forma o material submetido à queima.

O aquecimento inicialmente tem o seu fluxo ascendente no interior da câmara (2). O calor ao atingir a superfície superior do material submetido à queima passa a ter o seu sentido revertido, ou seja, o sentido do fluxo passa a ser descendente, pois a puxada dos gases provenientes da combustão e também do calor migram para a câmara vizinha (2').

A variação de temperatura de operação do forno (1) é intermitente. Ora uma câmara (2) é aquecida, ora possui sua temperatura reduzida promovendo o resfriamento da mesma e assim possibilitando a retirada do material já processado.

A temperatura de queima depende das características do material a ser queimado. Para uma modalidade preferida da presente concretização, um patamar de queima obtido para a menor temperatura submetida ocorre em 700-850 °C.

A velocidade de queima com que o presente forno (1) opera é dependente também das características do substrato. Contudo, de uma maneira geral, porém não limitativa

da presente invenção, a velocidade de queima pode variar de 10 a 30 horas.

Mais especificamente, a conjugação dos referidos dispositivos adicionais, câmaras (2), é promovida por meio da agregação de um primeiro dispositivo a um segundo dispositivo através de suas superfícies laterais e assim subseqüentemente. A agregação das superfícies laterais ocorre de modo que as referidas superfícies passam a ser comum uma a outra seguinte, formando uma única parede dividindo as câmaras (2), como mostra a Figura 2.

A alimentação do forno (1), com o material combustível, pode ocorrer sob a forma horizontal ou vertical. Contudo, a forma preferencial de alimentação consiste na adição do referido material combustível na forma horizontal, através da boca de alimentação horizontal (7), ora localizada na porção frontal da fornalha (4), melhor visualizada na Figura 3. Tal fato se deve a praticidade e facilidade de seleção do material combustível, consistindo assim em uma forma mais econômica.

Adicionalmente à boca de alimentação horizontal (7) da fornalha (4), encontra-se localizado um dispositivo de cobertura, o qual serve como porta da fornalha (4) e ora não mostrado nas Figuras que acompanham o presente relatório. Referida porta esta posicionada à esquerda da parede frontal da câmara (2) e é constituída de ferro fundido.

Contudo, caso o arranjo estrutural do forno (1) contemple câmaras (2) providas de um extenso comprimento

longitudinal, tal como comprimentos superiores à aproximadamente 6 metros, a alimentação horizontal da câmara (2) poderá vir a ser prejudicada uma vez que a distribuição no interior da fornalha (4) do material combustível pode ser  
5 deficiente, podendo haver um comprometimento quanto à queima do material cerâmico disposto na porção final da zona de queima (5).

Na porção superior de cada uma das câmaras (2), ou seja, na abóbada (6), especificamente, na porção acima da  
10 fornalha (4), encontra uma abertura a qual serve como boca de alimentação vertical para abastecimento de combustível quando este se der sob a forma do tipo vertical, como pode ser observado nas figuras 2 e 9 apresentadas. Para esta forma de alimentação, ou seja, alimentação vertical, tem-se processos de queimas  
15 conhecidos como chama curta. A quantidade de bocas de alimentação vertical presentes em cada câmara (2) do forno (1), será dependente das dimensões do forno (1) e conseqüentemente da câmara (2). Para uma modalidade preferencial da presente concretização, uma câmara (2) de cerca de 6m é provida de pelo  
20 menos 5 bocas de alimentação vertical.

As referidas bocas de alimentação vertical dispõem de dispositivos de cobertura, tais como tampas de panela, as quais são providas de formato redondo e constituídas de ferro fundido. Adicionalmente, os referidos dispositivos também  
25 podem desempenhar a função de dispositivos de vedação. No intuito de facilitar a compreensão da invenção por meio das

Figuras que acompanham o presente relatório, os dispositivos de cobertura não são representados nas mesmas.

As abóbadas (6) das câmaras (2) do forno (1) ora desenvolvido, possuem a sua forma compreendendo  
5 aproximadamente um terço do perímetro de uma circunferência.

No centro da abóbada (6) de cada uma das câmaras (2), encontram-se dispostas preferencialmente a cada metro no sentido da zona de queima (5), aberturas adicionais que servem como bocas de ventilação (8), como mostradas na Figura  
10 2 e na Figura 4. A quantidade de bocas de ventilação (8) presentes nas câmaras (2) será dependente das dimensões do forno (1), conseqüentemente das câmaras (2), assim como, da velocidade de resfriamento do material a ser queimado na câmara (2), ora característica relacionada ao tipo compactação e agregação do  
15 material a ser queimado.

As referidas bocas de ventilação (8) promovem a saída dos gases quentes quando do momento de resfriamento da câmara (2), possibilitando a retirada do material já queimado, além de servirem para o acompanhamento visual do  
20 comportamento de queima do material cerâmico durante a queima.

As referidas bocas de ventilação (8) também são adicionalmente providas com os dispositivos de cobertura, tais como as tampas de panela, ora encontradas também na boca  
25 de alimentação vertical, as quais também não são mostradas nas Figuras que acompanham o presente relatório.

Quando do resfriamento da câmara (2), as referidas tampas devem ser abertas, para que ao se colocar o ventilador na porta da câmara (2), o ar que o ventilador está empurrando possa sair e roubar o resto do calor das pescas, ou seja, para esfriar melhor e mais rápido o material.

Todavia, alguns aspectos técnicos relacionados à alimentação do material combustível ao forno (1) justificam a seleção preferencial da alimentação sob a forma horizontal, a saber: na alimentação sob a forma vertical, há uma maior propensão à quebra do piso do cinzeiro (9) uma vez que o material combustível é adicionado a fornalha (4) sob queda livre; é necessário um maior investimento ao projeto uma vez que o material combustível deve ser transportado para a porção superior do forno (1); e ainda há uma maior probabilidade de danificação estrutural do material cerâmico no interior da fornalha (4), pois quando superaquecidos, o referido material se torna mais frágil e ao sofrer qualquer perturbação, tal como a promovida pela queda livre do material combustível, o material cerâmico se torna mais suscetível aos danos estruturais.

O cinzeiro (9) está devidamente localizado na porção frontal, posicionado abaixo da fornalha (4), de cada uma das câmaras (2). Referido cinzeiro (9) é isolado da região onde se encontra a carga a ser queimada, por meio de uma superfície de separação (parede) disposta no interior da própria câmara (2), como pode ser identificado na Figura 5.



O forno (1) ora revelado, é obtido por meio de processo simples. Este fato possibilita que o referido forno (1) possua um custo relativamente baixo em vista dos fornos usualmente conhecidos.

5                Como combustível a ser utilizado, tanto na alimentação sob a forma horizontal quanto na alimentação sob a forma vertical, o referido forno é capaz de operar com combustíveis selecionados dentre: qualquer tipo de madeira ou lenha, sejam tais madeiras grossas ou tortas, finas ou longas, ou  
10 ainda, qualquer tipo de material combustível, tal como, gás, óleo BPF, queimadores de pó ou serragem dentre outros.

Um dos aspectos tecnológicos diferenciais do forno (1) ora desenvolvido está relacionado à forma de transferência de calor promovida pela configuração estrutural ora  
15 proposta. Seja a referida transferência para as câmaras (2) ao longo do forno (1), ou para a exaustão de calor das câmaras (2) já queimadas. Mais especificamente, a configuração provém um canal de sucção voltado para a chaminé e um arranjo de canais de sucção voltados para o aproveitamento do calor para as estufas.  
20 No intuito de simplificar as ilustrações que ora representam o forno (1), a chaminé e a estufa não são mostradas nas Figuras que acompanham o presente relatório.

Um segundo aspecto tecnológico diferencial da presente tecnologia, consiste no fato do forno (1) ser provido da  
25 opção quanto à forma de alimentação do material combustível,

seja tal alimentação na forma horizontal ou seja, esta na forma vertical. Entretanto, a alimentação na horizontal é uma característica exclusiva do forno (1) ora aqui revelado.

O forno (1) ora desenvolvido trabalha com um  
5 exaustor para sucção do oxigênio de combustão e os gases provenientes da queima dessa combustão são lançados para a chaminé, ou ainda encaminhados para a câmara vizinha (2'), para o aquecimento da mesma.

A sustentação do forno (1) é promovida por  
10 meio de colunas (10) de concreto armado cintadas por uma viga de concreto, como pode ser visualizado na Figura 1.

As referidas colunas (10) estão dispostas de modo que 2 (duas) colunas (10) se encontram na parte frontal de cada uma das câmaras (2) e em cada uma das laterais do forno (1)  
15 encontram-se dispostas ainda 3 (três) outras colunas (10).

As colunas (10) dispostas na parte frontal das câmaras (2) se interligam umas às outras por meio de dois vergalhões que se ligam às colunas (10) da frente da respectiva câmara (2) devidamente oposta a esta, de modo que, durante a  
20 dilatação na hora de queima as paredes se deslocem para o centro do forno (1) onde se encontra a junta de dilatação (3).

As características operacionais do forno (1) desenvolvido pela presente concretização consistem em: reduzida

taxa de manutenção, simplicidade em sua operacionalidade, apto para trabalhar com qualquer tipo de substância que reaja com oxigênio produzindo combustões de chama longa ou chama curta, aproveitamento calórico por volta dos 90% do calor gerado durante a queima, redução do tempo para produção de peças, capaz de produzir cerca de 31 a 48 toneladas de material em um período médio de aproximadamente 18 horas, gera produtos finais homogêneos, facilidade de transferência de calor e dos gases.

O período de queima do material varia de acordo com as características de cada material argiloso e produto a ser queimado.

O dispositivo para conservar calor da presente concretização é preferencialmente construído no local de fabricação de material cerâmico vermelho artesanal. O referido dispositivo é construído a partir de material cerâmico vermelho manufaturado, tal como tijolos refratários que promovem o isolamento térmico. Tal fato se deve, às características apresentadas de tais produtos, os tijolos. Estes são providos de uma maior porcentagem de silte, são mais porosos, o que dificulta a dissipação do calor, ou seja, são melhores isolantes térmicos e apresentam resistência a elevada temperatura.

As dimensões de cada uma das câmaras (2) que compõem o forno (1), e do forno (1) de uma forma geral são variáveis. Referida variação é dependente de cada projeto de

forno (1) e em função da curva de queima de cada material submetido à queima, além da meta de produção a ser atingida.

De uma forma geral, as câmaras (2) possuem suas dimensões variando na faixa de 5,0m – 7,2 m de comprimento e 2,8m - 3,7m de largura. Contudo, para uma modalidade preferida da presente concretização, as dimensões das câmaras (2) do forno (1) ora desenvolvido compreendem 3,0m x 5,2m. Para uma segunda modalidade preferida da presente concretização, as dimensões das câmaras (2) do forno (1) ora desenvolvido compreendem. 3.5m x 7,0m.

Para o forno (1) de uma forma geral, suas dimensões podem variar na faixa de 15,0 – 17,5m de largura e 34 – 44m de comprimento. Todavia, cabe salientar que tais dimensões não estão limitadas a referidos valores, as mesmas podem variar conforme explicitado acima.

As características físico-químicas que provem as vantagens tecnológicas do dispositivo para conservar calor, o forno (1), são avaliadas frente à carga que é introduzida ao mesmo para queima.

A comunicação das câmaras (2) é promovida quando o calor gerado na fornalha (4) de uma primeira câmara (2), passa pelo interior da carga repousada na zona de queima (5) e segue através do piso de modo subterrâneo até atingir o cinzeiro (9) de uma segunda câmara, ora câmara vizinha (2') à primeira, a

qual libera o calor por meio da fornalha (4) dessa segunda câmara, câmara vizinha (2'). Mais especificamente, a transferência de calor ocorre quando o calor gerado na fornalha (4) da primeira câmara (2) passa pelo interior da carga na zona de  
5 queima (5) da câmara (2) e passa através do piso da câmara (2) para o cinzeiro (9) da segunda câmara vizinha (2').

Em seguida este procedimento é repetido para a terceira câmara vizinha (2''') a esta segunda câmara vizinha (2'), e assim o procedimento ocorre sucessivamente ao longo do  
10 dispositivo conservador de calor.

A superfície de separação termina no nível superior da carga, de modo que o calor seja ascendente e tenha o seu sentido revertido, descendente, passando pelo interior da carga e como anteriormente revelado, dirigindo-se pelo piso  
15 através dos canais de sucção, para o cinzeiro (9) da câmara vizinha (2') seguinte, e assim sucessivamente.

Toda exaustão do forno (1) é promovida pelo cinzeiro (9) de cada uma das câmaras (2). Este cinzeiro (9) é provido de uma zona de limpeza (11) em sua extremidade de  
20 saída, por meio da qual provém um canal de sucção, ora denominado canal primário (12), que promoverá a saída dos gases e do calor, seja este calor direcionado para a chaminé ou para aproveitamento do calor e auxílio no resfriamento. No referido

canal primário (12) é onde ocorre o início do ciclo de transferência, como mostra a Figura 6.

Este canal primário (12) está ligado a dois outros canais de sucção, ora denominados como canais secundários (13 e 13'), canais que são melhor visualizados na Figura 6, os quais ora irão promover a sucção para a chaminé e ora irão promover a sucção para a estufa para auxílio no resfriamento.

Cada uma das câmaras (2) que compõem o forno (1), dispõe de um canal primário (12), o qual para um arranjo estrutural de uma modalidade preferida da presente concretização, desce aproximadamente cerca de 1 (um) metro abaixo do solo e passa por baixo dos canais secundários (13 e 13'), os quais compreendem um primeiro canal em direção a chaminé e um segundo canal em direção a estufa, como pode ser melhor observado na Figura 6.

Adicionalmente, cada canal primário (12) dispõe de dois dispositivos de regulação de fluxo, tais como registros (14), ora mostrados na Figura 6, os quais são preferencialmente do tipo tampa de panela em ferro fundido, possuindo um raio de, aproximadamente, 60 cm, e por meio de sua porção central migra um varílio de ferro para a superfície do solo, que passa pelo interior dos canais secundários (13 e 13') até a superfície, como pode ser observado por meio da Figura 7.

A operação mecânica dos referidos registros (14) ocorre por meio de um dispositivo adicional para referida função, tal como um cavalete provido de catraca, o qual não é mostrado nas Figuras que acompanham o presente relatório, sendo responsável pelo movimento do referido registro (14).

Os referidos registros (14) auxiliam na seleção da atividade desejada, ou seja, regulam a mudança de direção das puxadas e quando se dá o momento de resfriamento da câmara (2), são prontamente abertos promovendo o encaminhamento do ar aquecido à chaminé ou condução do mesmo à câmara vizinha (2') para promover do aquecimento desta.

Adicionalmente, por meio dos referidos registros (14) há a promoção de uma baixa perda de carga durante a exaustão, facilitando a extração de calor e a transferência dos gases provenientes da queima para a chaminé.

Os referidos canais secundários (13 e 13') se localizam externamente à estrutura do forno (1). Estes canais secundários (13 e 13') trabalham com fluxo de ar em sentidos opostos, sendo que o ar em direção à câmara vizinha (2'), proveniente da sucção da chaminé, circula no sentido anti-horário, enquanto o ar que segue em direção à estufa circula no sentido horário.

Para uma segunda modalidade preferida da presente concretização, a promoção da sucção, pode ocorrer através do piso de cada uma das câmaras (2).

Uma segunda modalidade estrutural preferida da presente invenção compreende à retirada e movimentação dos gases e ar de combustão do forno (1), por meio de um arranjo estrutural do forno (1) provido com uma suspensão ao centro do piso das câmaras (2) por meio de pequenos arcos (15), de modo a se criar uma caixa externa à câmara (2), sendo referida caixa provida de condições semelhantes as do cinzeiro (9) da câmara (2) para acesso e realização da limpeza, como mostra a Figura 8. A partir da saída dessa caixa externa, será derivado o canal primário (12), o qual também irá passar por baixo dos canais secundários (13 e 13').

O processo de resfriamento é finalizado ao passo em que as portas da zona de queima (5) são abertas, utilizando-se do ar proveniente da estufa, adentrando a câmara (2) para o resfriamento do material repousado na zona de queima (5). Este ar também é sugado pelo cinzeiro (9) e posteriormente encaminhado à estufa.

A exaustão do ar de resfriamento da câmara (2) já queimada é feita por meio do cinzeiro (9) da mesma forma que a exaustão do ar é realizada para a chaminé.



Para o resfriamento total da câmara (2), usa-se o máximo de extração de calor para a estufa com posterior auxílio de um ventilador devidamente posicionado na porta da fornalha de cada câmara (2), a qual neste momento tem as tampas das bocas de ventilação (8) abertas, promovendo assim a passagem do ar pelo interior da carga e posterior saída de ar pela porção superior da câmara (2).

A extração de calor é promovida por meio dos registros (14) que interligam o canal primário (12) aos canais secundários (13 e 13'). Em uma das extremidades de cada canal secundário (13 e 13'), ou seja, o canal que migra para a chaminé e o canal de esfriamento ou que migra para a estufa há adicionalmente instalado um exaustor axial ou ainda um exaustor centrífugo.

Para a regulação do fluxo de calor de uma seção do forno (1), a saber: uma seção compreende normalmente 5 câmaras (2), dentre as quais, 2 (duas) câmaras (2) estão esfriando e fornecendo calor para o oxigênio de combustão da câmara vizinha (2') a que está queimando, a câmara (2) que se está queimando e duas câmaras vizinhas (2') que estão sendo aquecidas; o piso do cinzeiro (9) da câmara (2) deve estar devidamente vedado com qualquer material próprio para tal, para que a regulação do fluxo só aconteça nas câmaras (2) localizadas na lateral esquerda, ou seja, de acordo com a direção do fluxo de calor para queimar e aquecer as câmaras (2). Para a presente

concretização o material utilizado para vedação foi o jornal. A vedação do cinzeiro (9) da câmara (2) consiste em um dos principais fatores para o bom funcionamento do forno (1).

5 A construção simplificada do forno (1) da presente concretização promove uma baixa perda calórica, uma reduzida perda de carga por atrito e possui um custo de fabricação bastante reduzido. O arranjo para a configuração ora proposta apresenta facilidades na transferência de calor, ocasionando uma homogeneização nas dimensões e cor das peças queimadas.

10 Uma modalidade preferida da presente concretização consiste em um forno (1) de uma frente de fogo, compreendendo entre 12 a 16 câmaras. Entretanto, a quantidade de câmaras (2) não está limitada a 16, dependendo da quantidade de frente de fogo, tal como duas frentes devidamente opostas uma  
15 à outra, pode o referido forno (1) compreender de 30 a 36 câmaras (2).

A quantidade de câmaras (2) a compreender o forno (1) da presente concretização será dependente da curva de queima das características de cada material a ser queimado, e  
20 necessidade do cliente. Contudo, o número de câmaras (2) que compreendem o forno (1), deve ser sempre par.

O sistema de controle de distribuição de calor ocorre por meio de termopares, que não são visualizados nas Figuras apresentadas, os quais transmitem o sinal de calor para

um painel visível aos queimadores, os quais alimentarão o forno (1).

Os referidos termopares são posicionados ao centro da abóbada (6) de cada câmara (2) ou ainda há uma altura de, aproximadamente, 50 cm acima do material que está sendo queimado, na zona de queima (5), posicionado na parede frontal, ao lado da porta da zona de queima (5) da referida câmara (2).

O sistema é monitorado 24h por meio de computadores providos de programas que geram gráficos de controle.

O forno (1) possibilita o reaproveitamento do calor por meio do resfriamento das câmaras (2). A regulação de queima é realizada por meio da curva de queima de cada substrato.

Ainda, em uma outra modalidade preferida, apresenta uma oxigenação pela lateral da fornalha (4), como pode ser observado na figura 10, onde canais (16) são abertos no centro da parede que divide as câmaras. Tais canais correspondem a cada canaleta do piso, ou seja, do grivo. Nesta modalidade a cinza proveniente da queima fica sobre o piso da fornalha (4), o que é uma grande vantagem, uma vez que não há piso falso para a passagem do oxigênio proveniente da câmara anterior, pois este oxigênio, conforme descrito anteriormente, sai pela lateral da fornalha (4). Resulta então desta modalidade uma constância de oxigenação do combustível. Devido ao não entupimento do piso neste modalidade, tem-se então uma melhor distribuição de

oxigênio, diminuindo bastante então a necessidade de manutenção, pois este piso é constituído do próprio solo, que é fixo e constituído de argila. Vale ainda salientar que o referido piso recebe o impacto direto do combustível, principalmente quando é a lenha in-natura, em seu estado natural, o principal combustível utilizado pelas empresas de cerâmica.

As modalidades acima descritas tencionam melhor explicar os modos conhecidos para a prática da invenção e para permitir que os técnicos na área utilizem à invenção em tais, ou outras, modalidades e com várias modificações necessárias pelas aplicações específicas ou usos da presente invenção. É a intenção que a presente invenção inclua todas as modificações e variações da mesma, dentro do escopo descrito no relatório.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para conservar calor em elevadas temperaturas de formato retangular continuo de chama reversível intermitente promovendo o cozimento e/ou a secagem de materiais cerâmicos, **caracterizado** por promover a queima de maneira continua, ser alimentado com material combustível preferencialmente sob a forma horizontal, ser provido de câmaras (2) dispostas em pares, posicionadas de forma oposta uma à outra com uma junta de dilatação (3) posicionada entre elas compreendendo a câmara (2):

- uma fornalha (4) preferencialmente localizada na lateral esquerda da câmara (2);

- uma zona de queima (5) provida de uma abertura frontal e de um dispositivo de cobertura constituído por uma dupla camada de tijolos distantes entre si por aproximadamente 60 cm;

- uma abóbada (6) com a sua forma compreendendo aproximadamente um terço do perímetro de uma circunferência;

- uma boca de alimentação horizontal (7) localizada na porção frontal da fornalha (4) e provida de um dispositivo de cobertura posicionado à esquerda da parede frontal da câmara (2) constituída de ferro fundido para alimentação com material combustível;

- bocas de ventilação (8) providas com dispositivos de cobertura, tais como as tampas de panela e dispostas no centro da abóbada (6) preferencialmente a cada metro no sentido da zona de queima (5)

5                   - um cinzeiro (9) devidamente localizado na porção frontal abaixo da fornalha (4) e com o piso devidamente vedado com qualquer material próprio para tal;

                  - boca de alimentação vertical provida de dispositivos de cobertura, tais como tampas de panela de formato  
10   redondas e constituídas de ferro fundido;

                  - colunas (10) de concreto armado cintadas por uma viga de concreto, dispostas de modo que 2 (duas) colunas (10) se encontram na parte frontal de cada uma das câmaras (2) para sustentação do forno (1);

15                   - uma zona de limpeza (11) localizado na extremidade do cinzeiro (9);

                  - um canal primário (12) que desce aproximadamente cerca de 1 (um) metro abaixo do solo, dispondo de dois dispositivos de regulação de fluxo, tais como registros  
20   (14), preferencialmente do tipo tampa de panela em ferro fundido com raio de aproximadamente 60 cm e promove a saída dos gases e do calor; e

- pequenos arcos (15) para elevação do piso da zona de queima (5), retirada e movimentação dos gases e ar de combustão do forno (1)

2. Dispositivo para conservar calor de acordo  
5 com a reivindicação 1, **caracterizado** por os materiais submetidos à queima serem selecionados dentre: os materiais cerâmicos vermelho, argila, ou peças acabadas constituídas por esses materiais.

3. Dispositivo para conservar calor de acordo  
10 com a reivindicação 1, **caracterizado** por a quantidade de câmaras (2) ser dependente da curva de queima, das características de cada material a ser queimado e da necessidade do cliente.

4. Dispositivo para conservar calor de acordo  
15 com a reivindicação 1, **caracterizado** por a câmara vizinha (2') ser aquecida de forma seqüencial/continua sem a necessidade de receber calor diretamente por combustão e o combustível ser adicionado apenas quando finalizada a queima do material da primeira câmara (2), a qual passa a ter a temperatura reduzida.

20 5. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por a fornalha (4) ser separada da zona de queima (5) por uma parede que se estende até a porção superior da câmara (2) sem atingir a abóbada (6) e permitir a passagem de ar quente pela porção superior da câmara  
25 (2) para a zona de queima (5).

6. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o aquecimento inicialmente ter o seu fluxo ascendente no interior da câmara (2) e ao atingir a superfície superior do material de queima passar a ter  
5 o seu sentido revertido dirigindo-se pelo piso através dos canais de sucção, para o cinzeiro (9) da câmara vizinha (2') seguinte e assim sucessivamente.

7. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por de uma maneira geral,  
10 porém não limitativa um patamar de queima obtido para a menor temperatura submetida ocorre em 700-850 °C e a velocidade de queima poder variar de 10 a 30 horas.

8. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** por a variação de  
15 temperatura de operação do forno (1) ser intermitente e depender assim como a velocidade de operação das características do material a ser queimado.

9. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por a conjugação das  
20 câmaras (2) ser promovida por meio da agregação de suas superfícies laterais passando a ser comum uma a outra seguinte, formando uma única parede dividindo as câmaras (2).

10. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por a boca de alimentação  
25 vertical adicionalmente desempenhar a função de dispositivo de vedação.



11. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por as bocas de ventilação (8) servirem para a saída dos gases quentes quando do momento de resfriamento da câmara (2) e para o acompanhamento visual do comportamento de queima do material cerâmico durante a queima.

12. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por a quantidade de bocas de alimentação vertical e bocas de ventilação ser dependente das dimensões do forno (1) e da câmara (2).

13. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por ser capaz de operar com combustíveis selecionados dentre: qualquer tipo de madeira ou lenha, sejam tais madeiras grossas ou tortas, finas ou longas, ou ainda, qualquer tipo de material combustível, tal como, gás, óleo BPF, queimadores de pó ou serragem dentre outros.

14. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por adicionalmente, ser provido em cada uma das laterais de 3 (três) outras colunas (10) para sustentação e as dispostas na parte frontal das câmaras (2) se interligarem umas às outras por meio de dois vergalhões.

15. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por as características operacionais do forno (1) desenvolvido pela presente concretização consistirem em: construção simplificada; reduzida

taxa de manutenção, simplicidade em sua operacionalidade, apto para trabalhar com qualquer tipo de substância que reaja com oxigênio produzindo combustões de chama longa ou chama curta, aproveitamento calórico por volta dos 90% do calor gerado durante a queima, redução do tempo para produção de peças, capaz de produzir cerca de 31 a 48 toneladas de material em um período médio de aproximadamente 18 horas, gerar produtos finais homogêneos, uma reduzida perda de carga por atrito e facilidade de transferência de calor e dos gases.

10                                    16. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por de uma forma geral, mas não limitativa, as dimensões das câmaras (2) variarem na faixa de 5,0m – 7,2 m de comprimento e 2,8m - 3,7m de largura e as dimensões do forno (1) poderem variar na faixa de 15,0 –  
15    17,5m de largura e 34 – 44m de comprimento.

17. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** por mais preferencialmente as dimensões das câmaras (2) compreendem 3,0m x 5,2m.

20                                    18. Dispositivo para conservar calor de acordo com as reivindicações 16 e 17, **caracterizado** por mais preferencialmente as dimensões das câmaras (2) compreendem 3.5m x 7,0m.

19. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por a comunicação das câmaras (2) ser promovida pela passagem do calor gerado na fornalha (4) de uma primeira câmara (2) pelo interior da carga e  
5 seguindo através do piso até atingir o cinzeiro (9) da câmara vizinha (2') e assim sucessivamente.

20. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o canal primário (12) passar por baixo dos canais secundários (13 e 13') que se  
10 localizam externamente à estrutura do forno (1), trabalham com fluxo de ar em sentidos opostos, ora promovendo a sucção para a chaminé e ora promovendo a sucção para a estufa para auxílio no resfriamento e em uma das extremidades de cada canal secundário (13 e 13') haver adicionalmente instalado um exaustor  
15 selecionado dentre axial ou centrífugo

21. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por os registros (14) serem providos com um varílio de ferro, que passa pelo interior dos canais secundários (13 e 13') até a superfície; sua operação  
20 mecânica ocorrer por meio de um cavalete provido de catraca, interligarem o canal primário (12) aos canais secundários (13 e 13') e serem prontamente abertos quando ocorrer o resfriamento da câmara (2), promovendo o encaminhamento do ar aquecido à chaminé.

22. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** por alternativamente referidos registros (14) quando abertos promoverem a condução do calor à câmara vizinha (2').

5 23. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por os pequenos arcos (15), criarem uma caixa externa à câmara (2) provida de condições semelhantes as do cinzeiro (9) para acesso e realização da limpeza derivando-se o canal primário (12).

10 24. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o material utilizado para vedação do cinzeiro (9) ser preferencialmente jornal.

25. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por possuir um sistema de  
15 controle de distribuição de calor por meio de termopares, posicionados ao centro da abóbada (6) e monitorados 24h por meio de computadores providos de programas que geram gráficos de controle.

26. Dispositivo para conservar calor de acordo  
20 com a reivindicação 25, **caracterizado** por alternativamente os termopares poderem estar posicionados a uma altura de, aproximadamente, 50cm acima do material que está sendo queimado, posicionado na parede frontal, ao lado da porta da zona de queima (5).

27. Dispositivo para conservar calor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por alternativamente apresentar oxigenação pela lateral da fornalha (4) por meio de um canal (16) aberto no centro da parede que divide as câmaras.

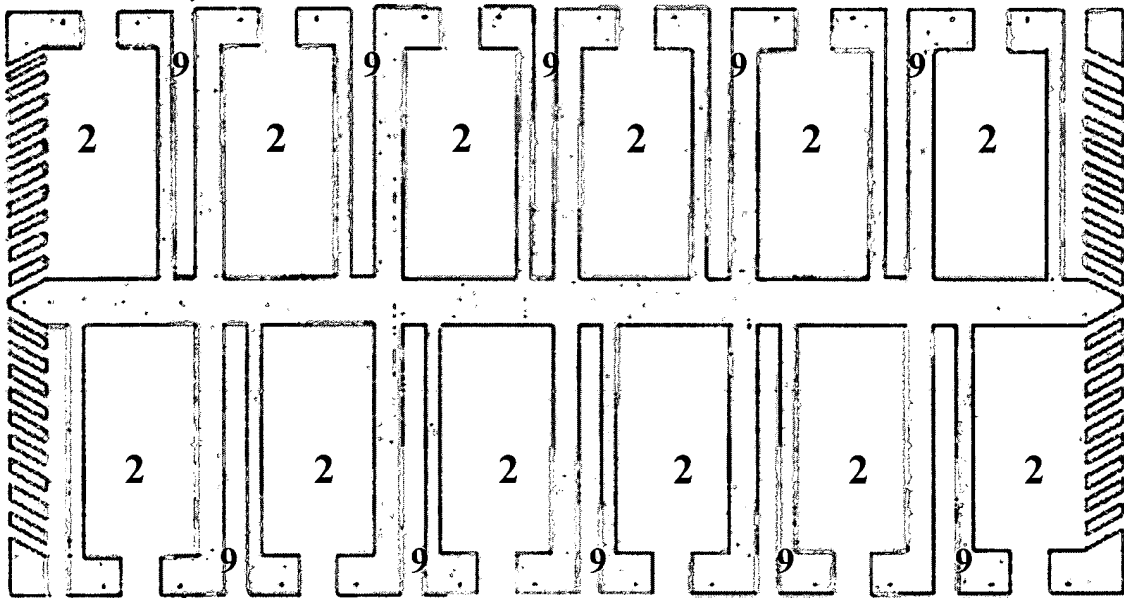


FIGURA 1

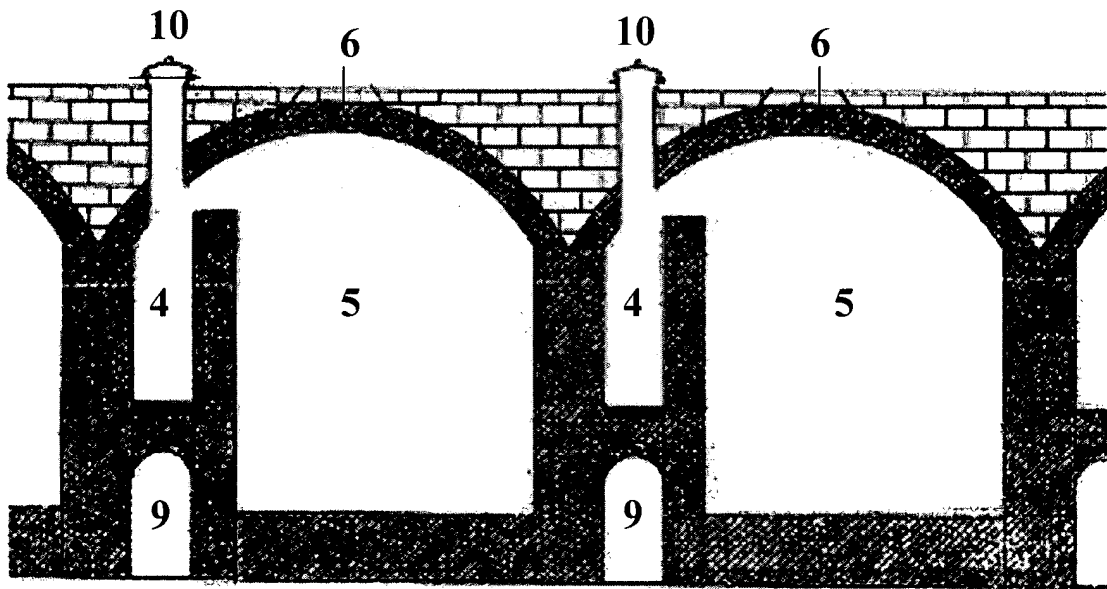


FIGURA 2

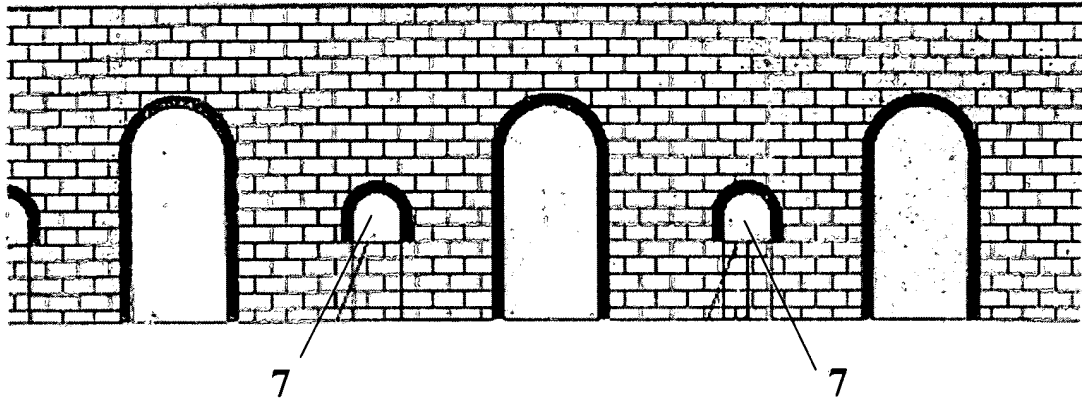


FIGURA 3

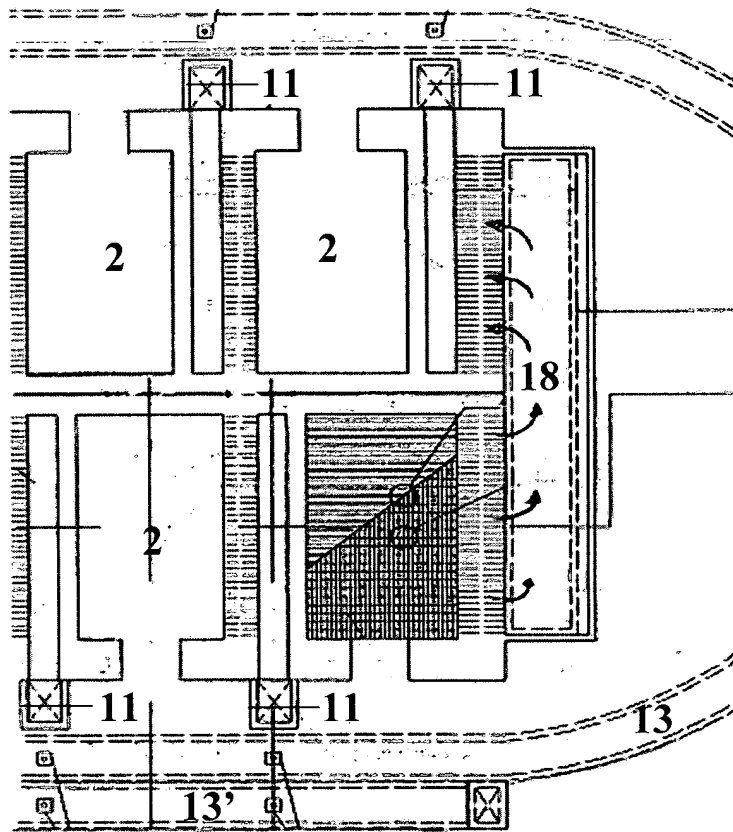


FIGURA 4

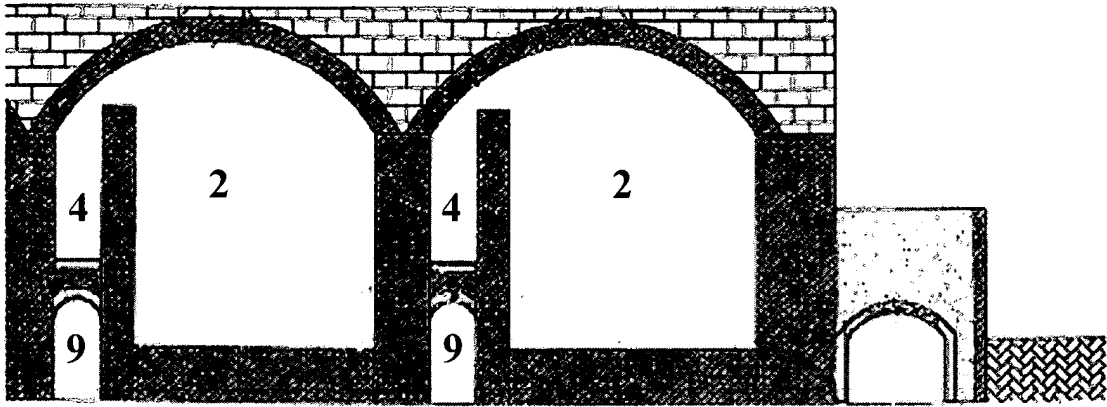


FIGURA 5

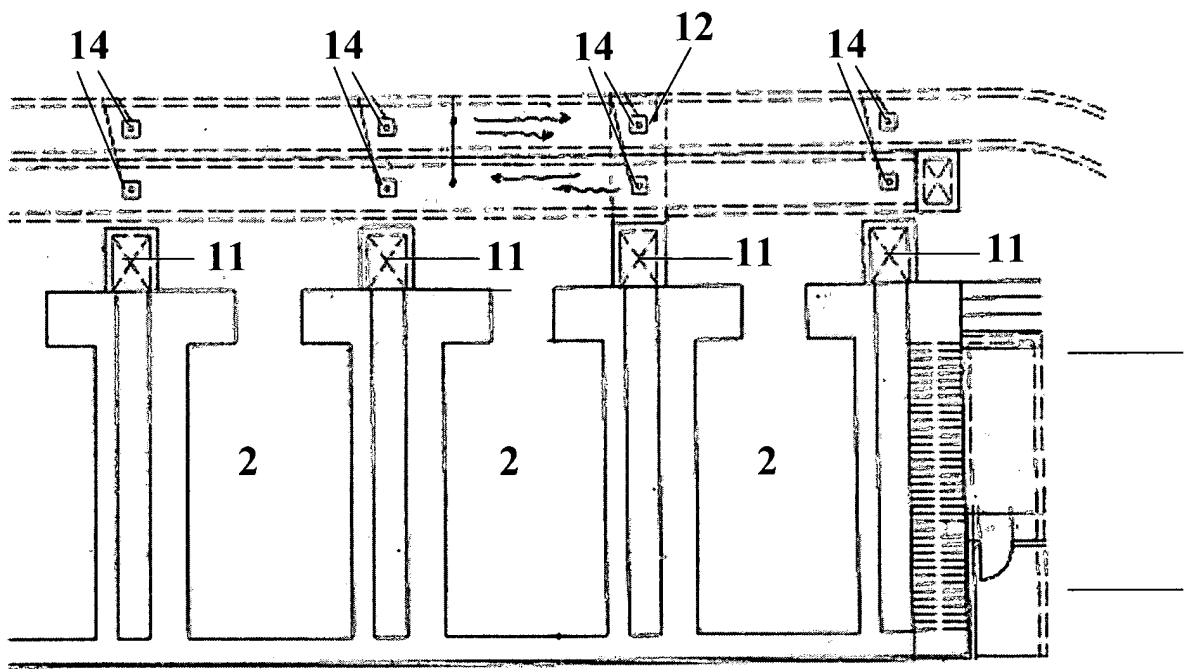


FIGURA 6



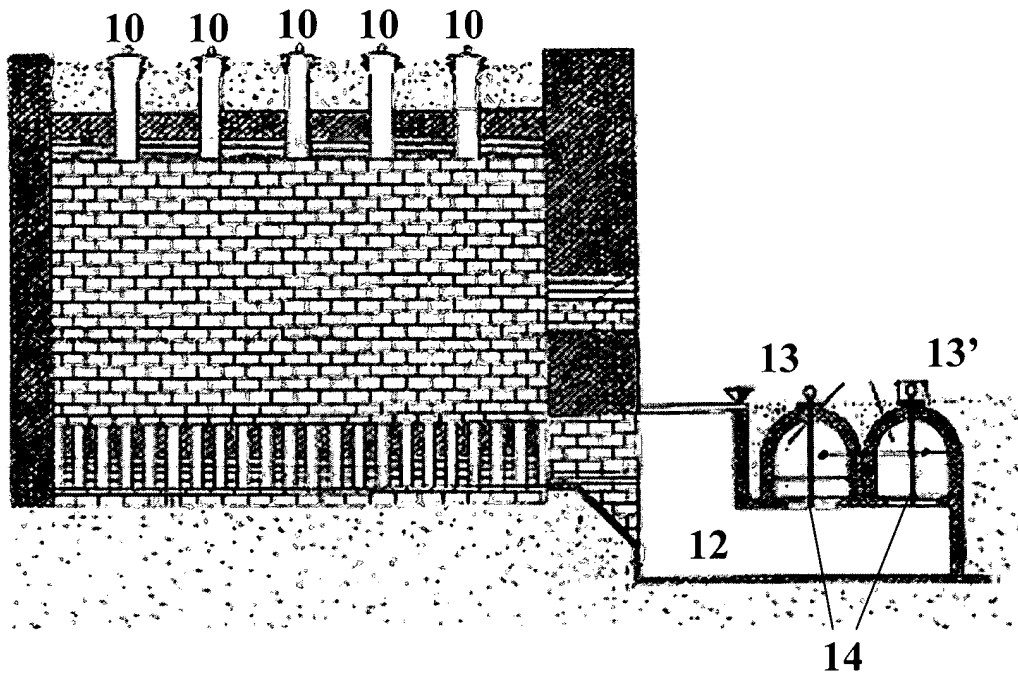


FIGURA 7

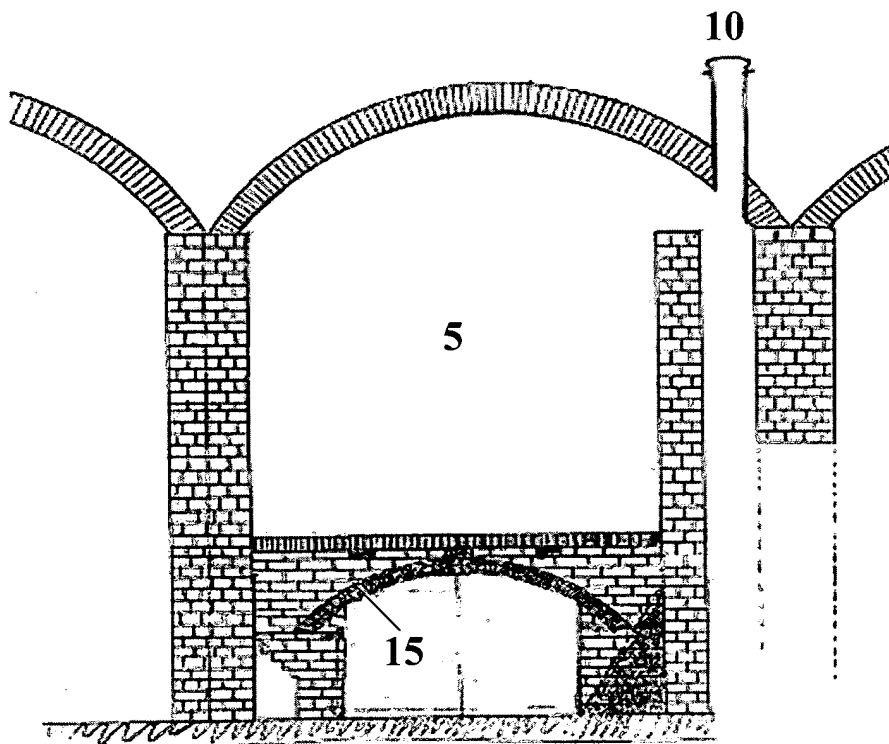


FIGURA 8

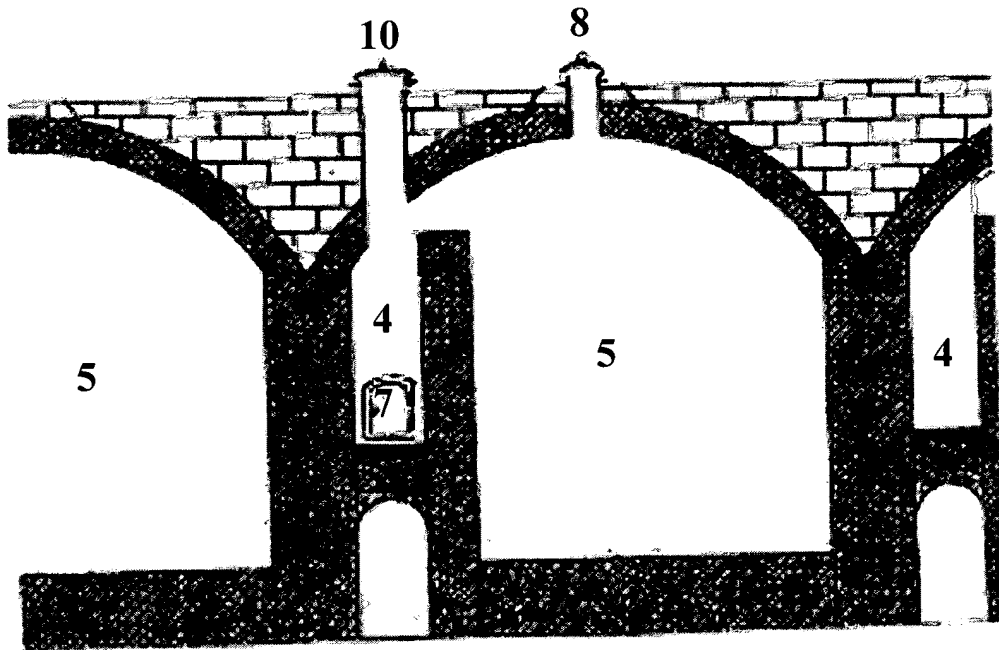


FIGURA 9

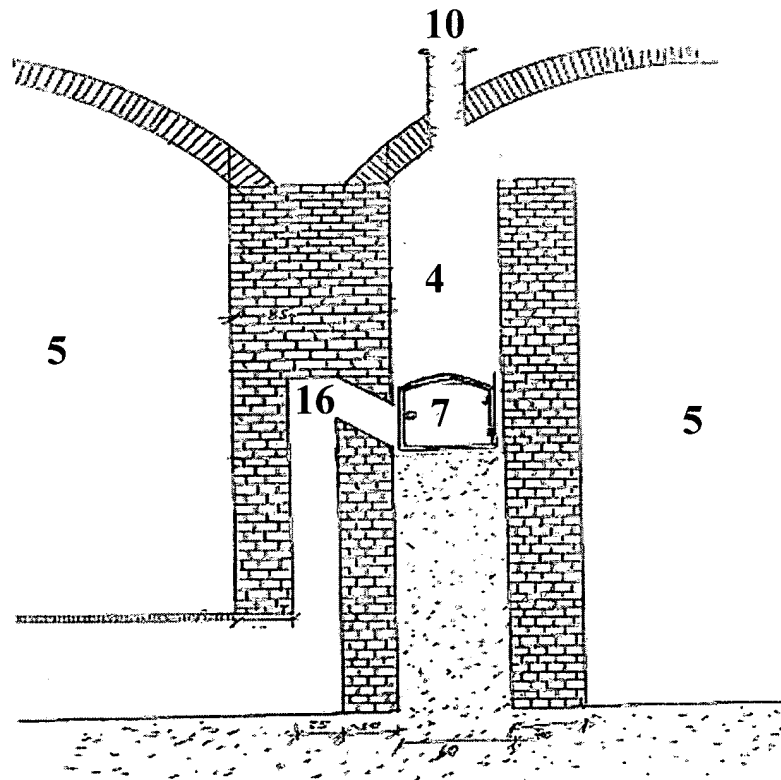


FIGURA 10

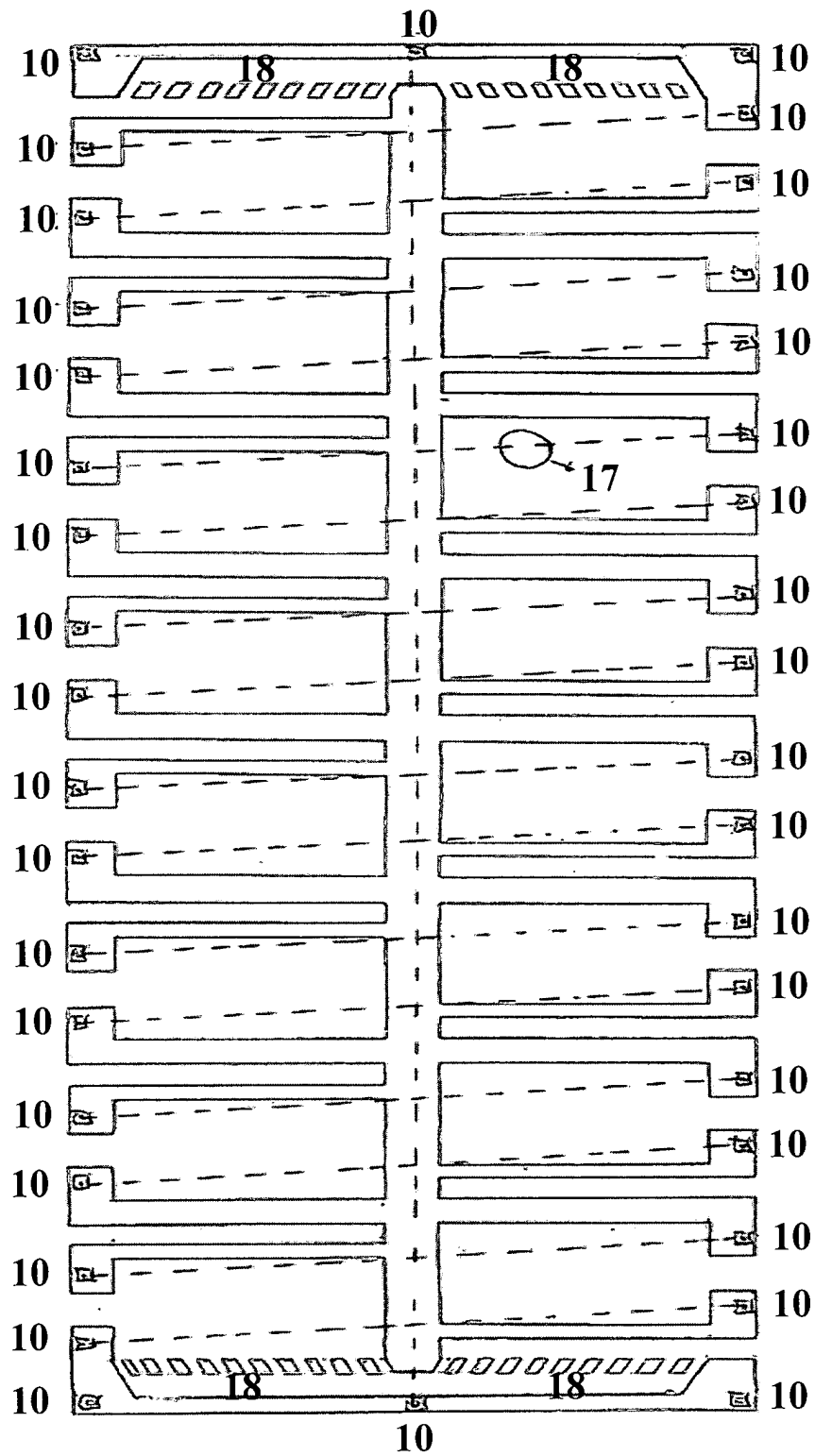


FIGURE 11

## **RESUMO**

### **“DISPOSITIVO PARA CONSERVAR CALOR EM ELEVADAS TEMPERATURAS”**

A presente invenção é voltada ao desenvolvimento de uma nova configuração estrutural para um forno para cozer e/ou secar peças acabadas produzidas em material cerâmico. Tal configuração promove a redução em cerca de 2/3 do volume de lenha utilizado como combustível. Sendo assim, o acoplamento das câmaras, umas as outras, facilita a transferência do calor e dos gases necessários para a combustão, promove uma redução do tempo utilizado para a produção das peças, gera um produto mais homogêneo, uma vez que ocorre a uniformidade de temperatura promovendo uma transferência de calor entre as câmaras também de forma uniforme, e ainda garante uma maior competitividade na comercialização.