



19

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
Ministério da Indústria e do Comércio  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



<b>12</b> PEDIDO DE PRIVILÉGIO	<b>A</b>	<b>11</b> <b>21</b> Número: PI 8400663 <b>22</b> Data do depósito: 15.02.84
<b>30</b> Prioridade unionista:	<b>51</b> Int. Cl. <sup>3</sup> F 24 J 3/02	
<b>43</b> Data da publicação do pedido: (RPI ) 22.05.84 (RPI Nº 709) <b>46</b> Data da Publicação das reivindicações	<b>54</b> Título: Estufa de secagem solar.	
<b>71</b> Depositante: Universidade Federal do Rio de Janeiro - (BR/RJ) <b>72</b> Inventor(es): Abraham Zakon, Paulo Roberto de Souza Dias, Fábio Fessel e Clélio Thaumaturgo. <b>74</b> Procurador: Abraham Zakon - Rua General Canabarro, 79/203 - RJ.	<b>80</b> Pedido Depositado via PCT - Referências: <b>86</b> Data do início da fase nacional: <b>86</b> Pedido internacional <b>87</b> Publicação Internacional: <b>81</b> Países designados: <b>82</b> Países eleitos: Comunicado pela RPI nº de	
<b>23</b> Complementação da Garantia de Prioridade Data:	<b>62</b> Desdobramento (origem) Nº Data:	
<b>57</b> Resumo:		

Relatório Descritivo da Patente  
de Invenção de ESTUFA DE SECAGEM SOLAR.

Refere-se a presente invenção a uma estufa de secagem solar destinada à desidratação ou  
5 remoção de umidade de sólidos de origem vegetal ou biológica ou mineral ou industrial, como, por exemplo, cereais, café, bagaço de cana, turfa, vinhoto, carnes, ou evaporação de outras substâncias e materiais com a mesma finalidade de remover umidade ou, ainda, solventes,  
10 resultante de melhoramentos introduzidos em relação a alguns tipos descritos na literatura, com vantagens de utilizar materiais de fácil aquisição no comércio e indústria para sua montagem em pequena ou grande escala, em oficinas especializadas e não-especializadas, e tam  
15 bém de proteger os materiais contra chuvas, orvalhos, poeiras, ventos e fumaças, além de propiciar o prolongamento da ação desidratante ou evaporante da energia solar captada.

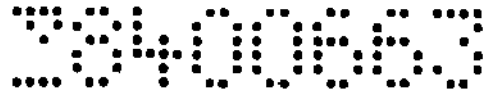
O estado da técnica refere-se a  
20 uma estufa solar de configuração retangular, orientada para o norte geográfico, com a parte frontal de sua base acoplada às tubulações dos coletores de energia. As inovações da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, da presente in-



venção, incluem tetos frontal e posterior inclinados de modo a permitir a incidência, pelo menos frontal, perpendicular à direção dos raios solares diretos em qualquer época do ano, podendo, ainda, serem ambos os tetos 5 móveis, e, ainda, pelo uso de espelho plano, permitir a incidência indireta e refletida dos raios solares perpendicularmente à superfície do teto posterior, podendo ainda serem mantidos fixos ambos os tetos, com suas inclinações conjugadas a inclinação do espelho, que, po 10 dendo ser móvel, permita a máxima incidência direta de raios solares no inverno ou uma incidência média estabelecida para o período anual, fugindo assim da configuração retangular rígida encontrada em outra invenção.

A estufa solar mencionada acima 15 possui uma base composta de brita escorada com tábuas, sendo ancorada ao solo, com uma concepção diferente da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, da presente invenção, cuja base é oca, construída com placas de madeira compensada, revestidas com resina ou tinta impermeável, separadas 20 entre si pelo próprio material da estrutura, que pode ser de madeira ou perfilados de alumínio ou metais ou ligas metálicas existentes no mercado industrial ou comercial.

A mesma estufa solar encontrada 25 no estado da técnica requer para sua instalação dois níveis de piso no mesmo terreno, ao passo que a estrutura da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR é mais versátil, não sugere tal exigência e pode ser montada em qualquer solo.



A estufa solar, que foi abordada, refere-se ao documento PI 7906814, e contém paredes e tetos formados por quadros de tubos, ao passo que a ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, da presente invenção, possui  
5 uma câmara de secagem formada de paredes e tetos construídos com molduras de madeira ou perfilados metálicos que sustentam placas de material transparente e permite a incidência dos raios solares sobre o material úmido distribuído no seu interior.

10 A estufa solar citada acima possui um coletor de energia solar composto de chapa de vidro comum, telha de alumínio pintada de preto fosco, placa de lã de rocha prensada por duas chapas galvanizadas fixadas por uma estrutura de perfis laminados apoiados sobre um estrado de madeira, ao passo que o  
15 pré-aquecedor de ar da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR pode ser construído com tampo, montado de modo similar às paredes e tetos da câmara de secagem descritas acima, contendo ainda um dispositivo absorvedor-radiador, instalado  
20 lado no seu interior, que pode ser composto por uma ou mais colméias, metálica ou não-metálica, revestida por uma película de cor escura, preferencialmente preto fosco, originada de processo de pintura ou processo eletroquímico, observando-se a possibilidade, neste caso,  
25 de se usar como dispositivo absorvedor-radiador uma das variedades empregadas em radiadores de água, óleo, ar e gases de refrigeração ou aquecimento, tanto fabricados sob encomenda quanto oriundos de sucata de autos

e veículos usados, montados por superposição, justaposição ou acoplamento dentro da caixa. A vantagem do uso de colmeia reside na maior área de transferência de calor por dissipação da energia irradiante transformada em energia térmica captada pelo ar fluente por convecção natural ou forçada, permitindo aquecer na mesma unidade de tempo um volume considerável até temperaturas sempre acima das ambientais.

A parte superior do coletor da estufa solar referida acima é fechada por uma tampa em forma de coifa, da qual saem as tubulações de ar em direção a estufa penetrando nas tábuas da sua base, ao passo que a parte superior do pré-aquecedor da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR está conectada diretamente com a parede frontal da sua câmara de secagem por meio de uma sanfona de plástico ou borracha maleável.

A estufa solar descrita acima utiliza empilhamento de material em seu interior sobre dois caibros, ao passo que na ESTUFA DE SECAGEM SOLAR o material úmido permanece distribuído sobre bandejas, superpostas, constituídas de molduras e telas metálicas ou de fios sintéticos.

A estufa solar caracterizada ainda no documento PI 7906814 emprega a ventilação em seu interior obtida através da parte superior das paredes frontal e anterior, ao passo que na ESTUFA DE SECAGEM SOLAR a ventilação será efetuada desde a entrada ou saída do pré-aquecedor solar de ar até a saída pela cha



miné por convecção natural ou forçada.

A estufa solar caracterizada acima emprega lâ de rocha como elemento isolante, ao passo que a ESTUFA DE SECAGEM SOLAR utiliza ar confinado entre a estrutura e as placas de madeira compensada das paredes e bases ocas da câmara de secagem e do pré-aquecedor solar de ar, reduzindo sensivelmente o custo da construção.

O estado da técnica encontrado no documento PI 7808495 refere-se a uma estufa térmica ou cabine solar, cujo aquecimento interno é resultante da ação ou incidência dos raios solares infra-vermelhos contra as paredes e o telhado, que se apresentam em placas moduladas de fibra de vidro montáveis sobre uma estrutura metálica ou de madeira, ou seja, tetos e paredes constituídos de materiais opacos, sendo que este equipamento não prevê o uso de chaminé, ao passo que a ESTUFA DE SECAGEM SOLAR utiliza um telhado constituído de dois tetos inclinados, frontal e posterior, e paredes construídas com placas de material transparente, que permitem a incidência de diversas radiações sobre o material úmido, aquecendo-o, e inclui a existência de uma chaminé para a saída de vapor d'água da desidratação ou remoção de umidade ou evaporação do solvente em causa, sendo que a estrutura da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR pode ser de madeira ou de perfilado metálico, que seja abundante e barato e de fácil aquisição no comércio ou indústria.



O estado da técnica referente ao documento USP 3 919 784 refere-se a uma câmara pré-aquecedora solar para secadores de grãos, utilizada para fornecer calor a um ventilador. Tal câmara possui uma estrutura tubular alongada montada na direção horizontal possuindo paredes no fundo, laterais e topo, sendo que a do fundo é opaca, constituída de uma película flexível e altamente absorvedora de energia solar ao passo que as paredes laterais e o topo são formadas por películas flexíveis altamente transmissíveis. Embora o princípio do funcionamento do pré-aquecimento solar de ar e a possibilidade de ser utilizada a convecção na ESTUFA DE SECAGEM SOLAR e no secador de grãos sejam os mesmos, as características construtivas dos pré-aquecedores de ar são diferentes, sendo que no caso da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR é possível variar a inclinação do seu pré-aquecedor solar durante o ano, e admite-se maior durabilidade pois seus materiais de construção são capazes de suportar ataques de pássaros e outros pequenos animais sem se deteriorar, assim como chuvas, ventos e a própria ação dos raios solares, que sabidamente não deterioram com facilidade madeira revestida, vidro, metais e suas ligas, que estejam também protegidos contra ações corrosivas, ao passo que as películas de polietileno mencionadas deterioram-se sabidamente com maior velocidade que os materiais acima citados.

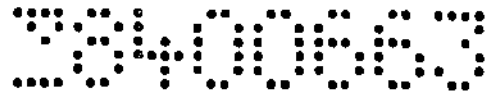
O secador de grãos caracterizado acima possui uma chaminé com tampa fixa ou respiradou-

ro no seu topo, parede cilíndrica não-perfurada e um fundo perfurado que suporta a camada de grãos e permite a transferência de ar aquecido para o seio do leito de grãos, sendo as paredes, do silo que constitui o 5 secador, opacas. A ESTUFA DE SECAGEM SOLAR prevê o uso de uma câmara de secagem dotada de paredes e tetos planos e transparentes, além de conter o material úmido sobre bandejas dotadas de fundo de telas metálicas ou de fios sintéticos ou naturais, e de possuir 10 uma chaminé com tampa removível.

O estado da técnica referente ao documento USP 4 137 443 refere-se a uma casa solar que possui uma parede externa constituída de material absorvente térmico e também transmissor, e uma parede 15 interna constituída de material isolante, dotado de duas chaminés, de modo a produzir efeito resfriador em dias quentes e outro efeito aquecedor nos dias frios. Tal princípio de funcionamento alternativo com vistas ao aproveitamento da energia solar é diferente do empregado na ESTUFA DE SECAGEM SOLAR que baseia-se no aquecimento diário, inclusive por radiação difusa, que permite usar ambas as placas transparentes das paredes e tetos como material transmissor e isolante, e, também, por efeito do calor específico do material, como 20 absorvente térmico. 25

O estado da técnica referente ao documento USP 4 329 978 refere-se a um dispositivo de energia solar constituído da associação de um coletor





solar e de um refletor, incluindo-se um método para estabelecer a orientação do coletor com relação ao sol, de modo que o conjunto possa ser operado num elevado nível de eficiência com apenas um ajuste semi-annual na posição angular do refletor com relação ao coletor. Tal invenção consider o coletor inclinado sobre a direção horizontal e o refletor posicionado à sua frente ao contrário do espelho da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, montado na parte posterior da câmara de secagem refletindo na posição vertical, ou inclinado sobre a direção vertical, de modo a fazer incidir por trás da câmara de secagem a radiação solar direta. Uma das vantagens da localização do espelho na posição posterior da câmara de secagem é a de permitir que o pré-aquecedor de ar ou os tetos inclinados possam ter modificadas suas respectivas inclinações sem formação de sombras do refletor sobre o material úmido. Desta forma o coletor do pré-aquecedor de ar fica posicionado à frente da câmara de secagem e o espelho na posição posterior sem nenhuma relação direta entre ambos, mas com o efeito de se poder virtualmente duplicar a irradiação solar sobre o material úmido.

A Figura 1, que acompanha e integra este relatório, descreve a ESTUFA DE SECAGEM SOLAR num desenho em perspectiva cavaleira, indicando os seus principais componentes. A Figura 2, que também acompanha e integra este relatório, refere-se ao desenho esquemático da estufa e do seu funcionamento du



rante a incidência diária de energia solar.

A Figura 1 demonstra que a ESTUFA DE SECAGEM SOLAR é composta de um espelho (1), uma chaminé (2) cuja tampa removível não está desenhada, 5 uma câmara de secagem (3), um pré-aquecedor solar de ar (4), uma ou mais sanfonas de plástico ou borracha maleável (5), uma ou mais bandejas internas de tela metálica ou de fios sintéticos ou naturais ou de placa sólida perfurada (6), uma estrutura de apoio (7) para a câmara de secagem e o espelho, um teto inclinado 10 frontal (8) e um teto inclinado posterior (9).

A Figura 2, que acompanha e integra também este relatório, descreve o funcionamento da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR por meio de setas tracejadas, 15 que indicam a incidência dos raios solares sobre o espelho (1), a câmara de secagem (3) através dos tetos inclinados frontal (8) e posterior (9), e o pré-aquecedor de ar (4), e, também pelas setas ponto-tracejadas, que descrevem o percurso do ar, que entra 20 frio e sai aquecido, arrastando a umidade do sólido disposto sobre as bandejas (6). A Figura 2 demonstra ainda o percurso do ar desde a sua entrada pelo pré-aquecedor solar até a penetração na câmara de secagem pela sua parede frontal, e que permite a alternativa 25 de introduzir-se o ar pré-aquecido por baixo da base da câmara de secagem, desde que seja reduzida a perda térmica correspondente a este segundo arranjo.

A estrutura da ESTUFA DE SECAGEM



pode ser constituída com qualquer tipo de madeira resistente à umidade, revestida de uma camada de tinta zarcão, e posteriormente coberta com uma outra camada de tinta preta, ou pode ser montada com perfilados metálicos como, por exemplo, do tipo alumínio anodizado, ou qualquer outro metal ou liga metálica.

A câmara de secagem (3) poderá ter sua base oca construída com placas de madeira compensada revestidas com resina ou tinta impermeável, separadas entre si. As paredes e os tetos inclinados da câmara de secagem (3) deverão ser constituídas de duas ou mais placas de material transparente, como, por exemplo, vidro comum, separadas entre si pela sua própria montagem em perfis estruturais de madeira ou metálicos.

A inclinação dos tetos inclinados frontal (8) e posterior (9) poderá ser fixa de modo a permitir o aproveitamento máximo da incidência solar no inverno. No caso da conveniência de manter a perpendicularidade nos raios solares nas quatro estações climáticas anuais, poder-se-á instalar uma sanfona de plástico ou borracha maleável negra nas bordas de cada teto inclinado, que seria móvel, unida às bordas das paredes laterais e frontais da câmara de secagem (3).

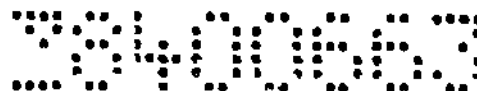
A chaminé com tampa removível (2) poderá ser construída com material transparente ou opaco, rígido ou flexível, tubular ou prismática, de-



vendo permanecer aberta ou desobstruída totalmente em períodos de ausência de chuvas diurnas e parcialmente fechada ou tampada nos períodos de chuva e noturnos, de modo a evitar queda no seu interior de insetos, a-  
5 ves e seus dejetos, bem como a penetração acentuada de ar frio.

O espelho (1) deverá ser montado com um dispositivo que permita variar sua posição, como, por exemplo, um compasso, ou seu ângulo com re-  
10 lação à direção de incidência dos raios solares. A base do espelho (1), ou seja, o lado inferior de sua moldura, poderá ser apoiada na mesma linha onde será apoiado o lado inferior do teto inclinado posterior quando estiver fixo (9), ou, então, na linha posterior  
15 da base da câmara de secagem (3) de modo a refletir os raios solares sobre parte da superfície das bandejas inferiores (6).

O pré-aquecedor solar de ar (4) poderá ser construído com os mesmos materiais e crité-  
20 rios indicados para a câmara de secagem, acrescido de um dispositivo absorvedor-radiador, localizado no seu interior, que pode ser composto por uma ou mais colméias, metálicas ou não-metálicas, revestido por uma película de cor escura, preferencialmente preto fosco,  
25 originada de processo de pintura ou processo eletroquímico. A montagem do tampo da caixa poderá seguir os mesmos critérios estrutural e de materiais usados para as paredes e os tetos inclinados da câmara de se-



cagem (3) envolvendo ar confinado entre as placas de vidro do tampo, ou material transparente usado com mesma finalidade, e também ar confinado entre as placas de madeira compensada da base e das paredes laterais do pré-aquecedor solar de ar (4).

Um protótipo da ESTUFA DE SECAGEM SOLAR aqui descrita foi construído e instalado no telhado da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro e seu desempenho foi estudado através da pesquisa "Turfa Combustível - Secagem Solar", referente ao Processo CNPq nº 40.1646/81.

A remoção da umidade da turfa oriunda da Baixada de Jacarépaguã, RJ, testada na ESTUFA DE SECAGEM SOLAR apresentou os seguintes resultados experimentais:

- 1º - A turfa extrudada, disposta em tortas sobre as bandejas do protótipo, sofreu secagem de duração de três dias e removeu-se até 83% do teor de umidade total da turfa (geralmente na faixa de 85 a 90%).
- 2º - A torta da bandeja superior com espessura menor ou igual a 3 cm pode secar em dois dias ao passo que a torta da bandeja inferior pode secar em três dias.
- 3º - A secagem sendo mais rápida na bandeja superior permite a passagem da radiação solar após ocorrer a contração de volume do material originalmente úmido, neste caso, a turfa, provocando a incidência radiante sobre a bandeja inferior. ...



A ESTUFA DE SECAGEM SOLAR aqui descrita permite secar sólidos escuros, como a turfa, que se comportam como autênticos corpos negros por ação dupla da energia solar incidente sobre os próprios sólidos e do ar pré-aquecido, tornando desnecessário usar dentro da câmara de secagem (3) outros elementos negros à guisa de coletores solares adicionais para aumentar a temperatura de bulbo seco interna e os efeitos da insaturação correspondente do ar.

As novidades aqui introduzidas são: 1<sup>a</sup> - O uso de espelho móvel localizado na região posterior da estufa, que permite refletir os raios solares sobre as bandejas de secagem; 2<sup>a</sup> - O uso de tetos inclinados, fixos ou móveis, de modo a proporcionar captação máxima da incidência solar no inverno ou média durante o ano; 3<sup>a</sup> - O uso de uma chaminé com tampa removível capaz de permitir maior proteção do material as chuvas, orvalhos, ventos, poeiras e fumças, oriundos de mudanças ou perturbações ecológicas;

4<sup>a</sup> - O uso de paredes ou tetos móveis para permitir a alimentação descontínua de material úmido, granulado, extrudado ou desintegrado e sua remoção após a secagem solar; 5<sup>a</sup> - O uso de sanfonas para permitir a conexão entre o pré-aquecedor de ar (4) e a câmara de secagem (3) e/ou favorecer a mudança de inclinação dos tetos inclinados.

## R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR caracterizada por possuir um espelho (1), uma chaminê com tampa removível (2), uma câmara de secagem (3), um pré-aquecedor de ar (4),  
5 uma ou mais sanfonas de plástico ou borracha maleável negra (5), uma ou mais bandejas internas de tela metálica ou de fios sintéticos ou naturais (6), uma estrutura de apoio (7) para a câmara de secagem (3) e o espelho (1), um teto inclinado frontal (8) e um te  
10 to inclinado posterior (9).

2 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por usar uma câmara de secagem (3) de seção retangular ou quadrada (horizontal), cujas paredes laterais, frontal e posterior são ocas  
15 e constituídas por duas ou mais placas de material transparente, sustentadas por molduras de madeira ou de perfilados metálicos ou não-metálicos, que as mantenham separadas entre si, e cujos tetos inclinados frontal e posterior (8) e (9) sejam construídos  
20 com os mesmos materiais, podendo ser fixos ou móveis, sendo neste caso fixados sobre a base da chaminê e acoplados por meio de sanfonas de plástico ou borra-



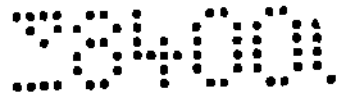
cha maleável negra (5) às paredes da câmara de secagem (3), a qual deverá ser dotada de uma base oca, construída com placas de madeira compensada ou material termicamente similar, revestidas com resina ou tinta impermeável, separadas entre si pelo material usado na estrutura das molduras das paredes da câmara de secagem (3) e dos tetos inclinados frontal (8) e posterior (9).

3 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por usar um espelho (1) móvel, cuja base poderá estar apoiada na mesma linha onde se apoia o lado inferior do teto inclinado posterior ou, então, na linha posterior da base da câmara de secagem (3), de modo a refletir os raios solares sobre parte da superfície das bandejas inferiores (6).

4 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por usar uma chaminé com tampa removível (2), construída com material opaco ou transparente.

5 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do pré-aquecedor solar de ar (4) estar conectado à câmara de secagem (3) através de uma sanfona de plástico ou borracha maleável negra (5).





6 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir uma estrutura de apoio (7), que permite conectar o pré-aquecedor solar de ar (4) à câmara de secagem (3) pela parede frontal 5 desta e, opcionalmente, pela sua base.

7 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo empilhamento do material úmido dentro da câmara de secagem (3) ser efetuado sobre bandejas superpostas de tela metálica ou de fios 10 sintéticos ou naturais ou, ainda, de placas de materiais sólidos perfuradas (6).

8 - ESTUFA DE SECAGEM SOLAR caracterizada pelo fato de permitir o acoplamento de unidades de aspiração ou soprimento de ar, respectivamente, nas saídas da chaminé (2) 15 é do pré-aquecedor solar de ar (4) e na entrada do pré-aquecedor solar de ar (4).

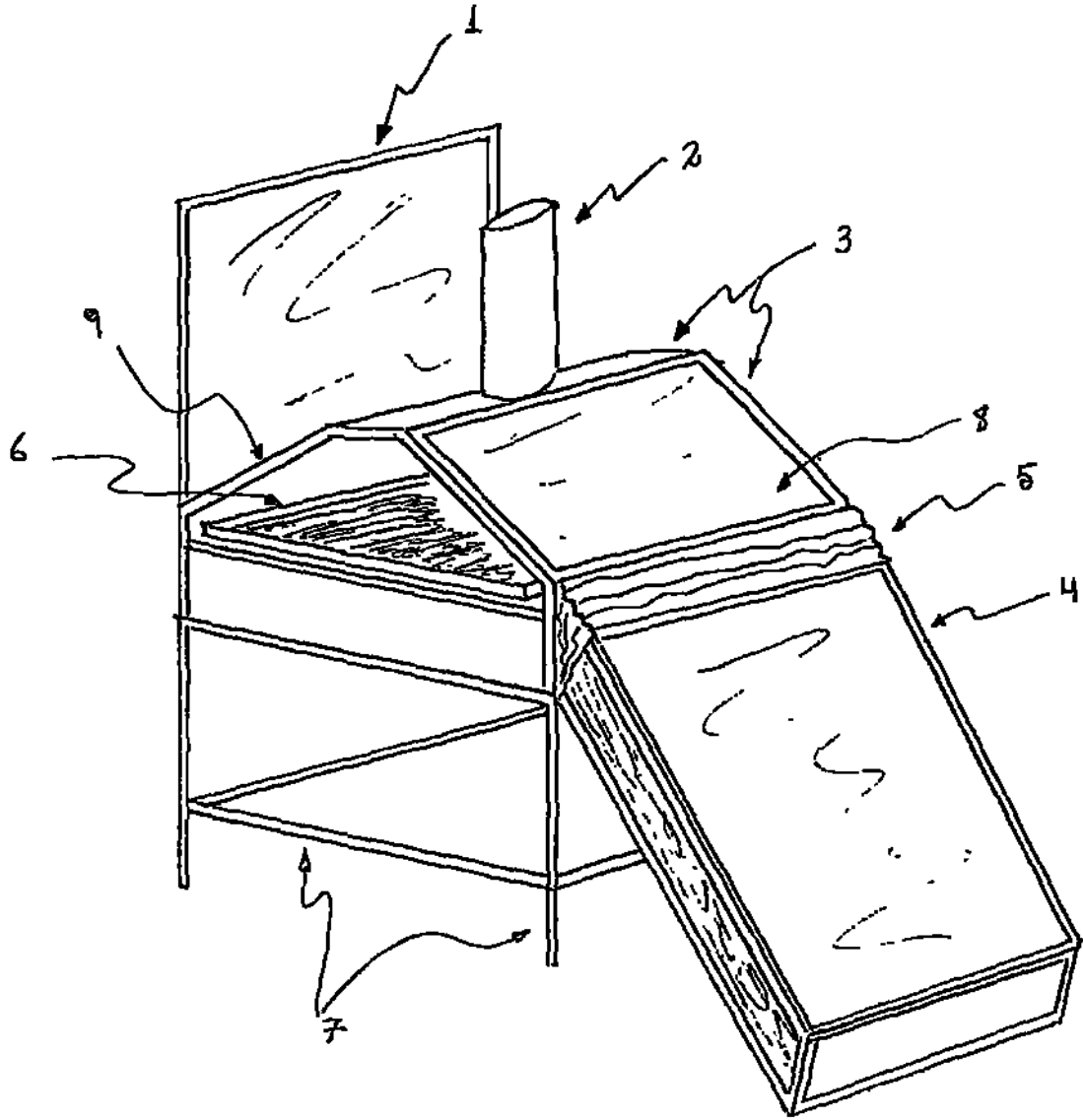


FIGURA 1

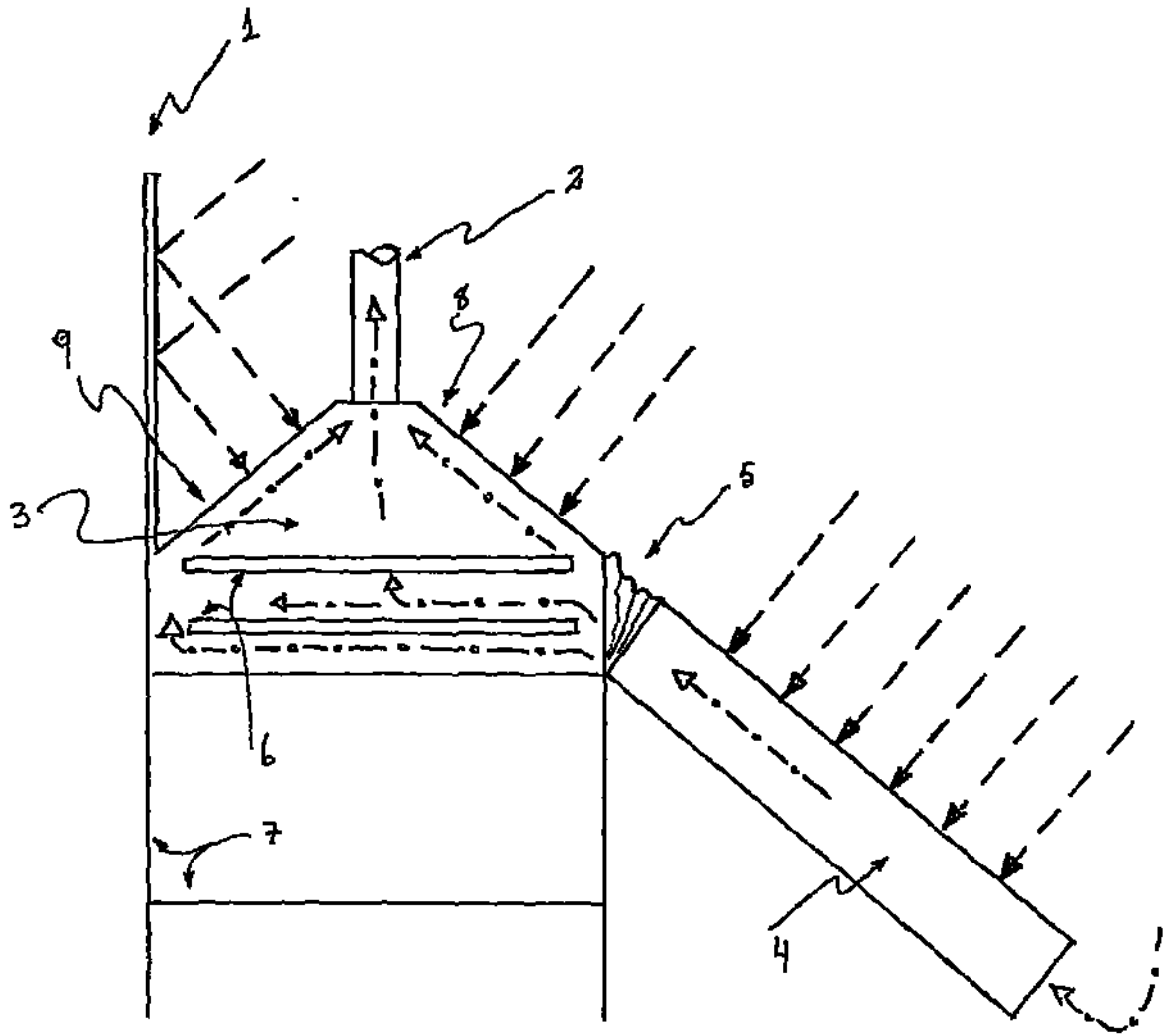


FIGURA 2

## RESUMO DA INVENÇÃO

Patente de invenção de ESTUFA  
DE SECAGEM SOLAR para remoção de umidade de sólidos de  
origem vegetal ou mineral ou industrial ou biológica,  
5 que pode ser construída com materiais de fácil aquisição  
no comércio, constituída de uma câmara de secagem  
com paredes e tetos de materiais transparentes, um es-  
pelho, montado na sua região posterior, que permita a  
reflexão dos raios solares para dentro da câmara, propi-  
10 ciando uma dupla incidência de irradiação oriunda dire-  
tamente do sol, e um pré-aquecedor solar de ar, que de-  
verá injetá-lo sobre as bandejas inferiores, sendo ca-  
paz de proteger o material contra chuvas, orvalhos,  
poeiras e pões, e prolongar a ação desidratante da ener-  
15 gia solar captada.