

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

(11) **PI0400535-0 B1**

(22) Data de Depósito: 23/04/2004
(45) Data da Concessão: 12/07/2011
(RPI 2114)



(51) *Int.Cl.:*
F26B 21/00 2006.01

(54) Título: **EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES.**

(73) Titular(es): Francisco Maria Ayala Barreto

(72) Inventor(es): Francisco Maria Ayala Barreto

“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES ”.

A presente invenção refere-se a um equipamento elétrico para resfriamento artificial de grãos e sementes, móvel 05 ou estacionário, composto por sistema de compressão mecânica de gás refrigerante, ventiladores axiais e centrífugo, serpentinas aletadas, gabinete, chassi, controle automático de fluxo de gás refrigerante e sistema de automação eletro/eletrônico, que permitem manter sob controle as propriedades do ar gerado pelo mesmo e a ser utilizado no processo de 10 resfriamento.

O setor agrícola, notadamente o segmento armazenador de grãos e sementes, demanda soluções para a redução de perdas e manutenção da qualidade fisiológica e sanitária dos produtos desde a colheita até a sua industrialização ou utilização no plantio (caso de 15 sementes). O resfriamento artificial desponta como uma alternativa importante para auxiliar nesta tarefa, pois permite controlar a temperatura da massa de grãos e/ou sementes durante todo o período do seu armazenamento, dispensando o uso de perigosos produtos químicos tanto para a saúde humana e animal, e reduzindo as perdas da armazenagem.

20 Existe uma patente depositada sob o número MU8101838-0 onde na mesma se procura incorporar as duas funções primordiais para o controle de sementes e grãos armazenados: umidade e temperatura (função de secagem e resfriamento simultaneamente).

Nas últimas décadas, a engenharia 25 conseguiu criar máquinas para secagem de grãos e sementes, utilizando diversas fontes de energia e meios, porém a temperatura permanece fora do controle do armazenador, pois não se dispõe de um equipamento que cumpra

este papel.

Atualmente os sistemas de resfriamento conhecidos no Brasil utilizam o ar atmosférico na tentativa de baixar a temperatura da massa de grãos e/ou sementes, porém dependendo da região geográfica (e a estação do ano) que se encontra a unidade armazenadora, as condições ambientais podem ser muito severas (quentes e úmidas), o que limita a aplicação desta técnica.

São conhecidos também os pedidos de Registro de Patente PI9500848-9 A de 24/02/1995 e PI9503800-0 A de 18/08/1995 que utilizam a técnica mencionada acima, associando sistemas de automação para o acionamento dos ventiladores dos silos, na busca das temperaturas mais baixas oferecidas pelo clima.

Não existem estatísticas oficiais das perdas de grãos na armazenagem do Brasil, mas algumas fontes confiáveis (como a EMBRAPA) citam perdas anuais na ordem de 5 a 10% o que representa algo em torno de 5 a 10 milhões de toneladas de grãos. Para um país que está com uma política de combate frontal à fome, como o Brasil, estas perdas são motivos de grandes preocupações, tanto sob o ponto de vista social como econômico.

Os fatores determinantes para a manutenção das qualidades fisiológicas, sanitárias e nutricionais de grãos e sementes armazenados são: temperatura, umidade e tempo. Fungos e insetos são os principais causadores de perdas de qualidade de sementes e grãos armazenadores e precisam de umidade e temperatura para se reproduzirem e sobreviver. Por isso o esforço em secar e baixar a temperatura do produto.

Segundo Lazzari, Flavio Ph.D., "As sementes ou grãos podem sofrer grandes alterações em suas características

sanitárias e fisiológicas: germinação e vigor desde a maturação, ainda no campo até o momento de sua utilização. Estas alterações são causadas principalmente pela umidade e a temperatura dos grãos ou sementes, isoladas ou associadas são os fatores principais que afetam o desenvolvimento de
 05 fungos e insetos em produtos armazenados e ainda mais pelo manejo inadequado durante a colheita, recepção, secagem e o armazenamento do produto”.

Os fungos e os insetos, cujo desenvolvimento está associado à umidade e à temperatura, separadamente ou
 10 associados, causam prejuízos diretos e indiretos na qualidade de semente ou grão, que podem ser agrupados da seguinte forma:

- Contaminações: presença destes organismos nos grãos ou sementes;
- Redução do poder germinativo e vigor
 15 como consequência da ação de fungos como o *Aspergillus* que infectam grãos ou sementes individuais de diversas espécies quando o teor de umidade das mesmas está próximo ao limite superior considerado seguro para seu armazenamento. Os insetos afetam a germinação consumindo seu embrião.
- Aquecimento da massa: a atividade
 20 metabólica dos fungos e dos insetos provocam um aumento da temperatura da massa de sementes ou grãos reduzindo o poder germinativo e o vigor dos mesmos.
- Descartes de lotes de sementes: ocorrem principalmente por problemas de germinação;
- 25 - Custos de comercialização: sementes com problemas sanitários e fisiológicos causam aumentos de custos; e
- Perda de reputação: perda de mercados

devido à má qualidade, devolução de semente, indenização e comprometimento da marca comercial e do nome da empresa.

Os fungos são abundantes no solo, nos restos de culturas, em moegas, silos e em todo e qualquer lugar onde se
05 armazene e/ou se processe sementes. O ataque ou infecção de sementes pelo fungo (*Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*) ocorre principalmente durante a colheita, recebimento, secagem e armazenamento. Portanto, é quase impossível e definitivamente nada prático, tentar evitar que as sementes entrem em contato com os esporos de fungos. Mas, é possível prevenir o
10 crescimento dos mesmos em sementes recém colhidas.

Estas sementes apresentam-se úmidas, sujas e quentes e quando ficam retidas em carretões, carrocerias de caminhões ou em moegas, são prontamente invadidas pelos fungos de armazenamento.

Os principais fatores responsáveis pelo
15 crescimento fúngico são a umidade e a temperatura da semente. O tempo de armazenamento também é importante, pois quanto mais longo o período de estocagem, maiores são os riscos em que a semente fica exposta. Os fungos presentes na semente criam as condições de umidade para manter seu crescimento e causar danos sem que os mesmos sejam percebidos a olho nu.

20 As toxinas fúngicas mais importantes – as Aflatoxinas e Ocratoxina produzidas por certas espécies de *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, são normalmente monitoradas pela indústria de alimentos que utilizam lotes de sementes descartadas.

Na Tabela 1, é apresentada a relação entre o
25 teor umidade e a temperatura da semente com a velocidade do crescimento fúngico e o tempo de armazenamento considerado seguro, isto é, sem que ocorra dano à qualidade do produto.

TABELA 1

TU %	T °C	Desenvolvimento	Tempo armazenamento produto
<12,00	< 15	Inexistente	2 a 3 anos
12 – 13,0	16 – 18,0	Muito lento	1 ano ou mais
14 – 15	20 – 25,0	Moderado	6 meses a < 1 ano
>15	25 – 35,0	Rápido	1 a 2 semanas

Como observado anteriormente, o setor sementeiro enfrenta dificuldades e grandes perdas devido ao problema da manutenção do Poder Germinativo e Vigor das sementes, durante o período de armazenagem. Trabalhos de cunho científico comprovam isto, ver PORTO, Alexandre, 2002, Tese de Doutorado – UFPEL.

Na Tabela 2 observamos a avaliação da germinação e vigor de sementes da soja da variedade COODETEC – 202 armazenadas à temperatura ambiente e com resfriamento artificial.

TABELA 2

Testes	Germinação (%)				Vigor (%)			
Período (dias)	1	60	135	210	1	60	135	210
Convencional*	97	92	86	50	93	89	74	36
Resfriamento**	95	93	94	93	92	90	90	87

Fonte: PORTO, Alexandre, 2002, Tese de Doutorado – UFPEL

* Convencional - sementes armazenadas a temperatura ambiente

** Resfriamento - sementes armazenadas a 12-15 °C com resfriamento artificial

Observa-se no início dos testes bons índices de germinação (95 a 96%) e vigor (92 a 93%). Após o período de 210 dias, o produto armazenado à temperatura ambiente perdeu significativamente o seu poder germinativo (de 97% para 50%) e vigor (de 93% para 36%). A

semente conservada com o auxílio do resfriamento artificial manteve altos índices de germinação e vigor, (93% e 87%) respectivamente.

Para resolver paliativamente este problema, a produção de sementes, nas últimas décadas, migrou para grandes altitudes, buscando temperaturas e umidades mais amenas tanto no campo quanto na armazenagem. Isto acarreta consigo uma séria limitação de áreas produtoras de sementes, sendo que hoje as variedades mais precoces não estão conseguindo boa adaptação nas grandes altitudes. Estas variedades são muito requisitadas pelos agricultores. Assim a solução passa a ser produzir sementes em altitudes mais baixas, com os problemas de temperatura e umidade já conhecidos. Este problema se agrava com a expansão da fronteira agrícola nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste onde as temperaturas e umidades são mais elevadas. Também surge outro agravante que é o fato de variedades da região Sul e Sudeste não conseguirem se adaptar nessas regiões.

Assim a solução passa por desenvolver equipamentos e tecnologias que permitem controlar a temperatura e a umidade das sementes, independentemente das condições geográficas e ambientais, durante todo o período de armazenagem.

No exterior existem equipamentos para resfriamento artificial de grãos e sementes, porém a sua implantação no Brasil (e América do Sul) fracassou, devido a problemas relacionados à adaptação do clima tropical e sub-tropical.

Várias empresas estão com equipamentos inoperantes, tais como Sementes Sorria de Cambará-PR sementes Jotabasso de Ponta Porã-MS, Coopermibra de Campo Mourão-PR e outros não citados aqui para não estender o assunto.

A técnica descrita neste documento traz uma nova proposta, permitindo armazenagem segura inclusive nos rigorosos climas Tropicais e Sub-Tropicais.

“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE
05 GRÃOS E SEMENTES ”, tem como objetivo notadamente proporcionar condições adequadas de temperatura de armazenamento de grãos, sementes ou cereais como o milho, sorgo, trigo, soja, feijão, algodão, amendoim e outros; em especial para climas tropicais e sub-tropicais típicos da América do Sul, resolvendo os inconvenientes apresentados pelos equipamentos
10 atuais. Para isto é necessário viabilizar a fabricação e operação de novas máquinas para resfriamento de grãos e sementes, inclusive no rigoroso clima da região e assim evitar ou reduzir as perdas de qualidade sanitária, fisiológica e nutricional de grãos e sementes armazenados.

Para atingir este objetivo, o equipamento da
15 presente patente injeta ar frio (entre 6 a 12 °C) constante e com suficiente vazão, independentemente das condições climáticas. O mesmo é dotado de sistemas de automação (controlador PID, inversor de frequência, controladores digitais de temperatura e CLP) com modulação da potência frigorífica, de ventilador centrífugo de alta eficiência cuja rotação deve ser
20 controlada automaticamente por um Inversor de Frequência, de serpentinas com aletas de grande superfície para desidratar o ar atmosférico dispostas em série e calculadas para os múltiplos estágios de resfriamento, de injetor de água fria nas serpentinas para reduzir a temperatura de condensação em dias de muito calor e umidade (condensador evaporativo), e de filtros de grande
25 capacidade para retenção de poeira e fragmentos de grãos. O equipamento pode ser estático ou móvel para permitir a sua utilização em diversos silos localizados em uma mesma unidade ou distantes geograficamente. Também

são dispostos dispositivos digitais remotos que permitem monitorar a temperatura do gás refrigerante na linha de gás e líquido em cada circuito, de forma que seja possível elaborar curvas de superaquecimento e sub-resfriamento para auxiliar a adequação da carga de gás refrigerante no sistema em função da temperatura ambiente. Este último aspecto é de fundamental importância, pois permite calibrar o equipamento para a região específica na qual estará operando.

As outras características da invenção são: duas ou mais serpentinas dispostas em série para permitir o resfriamento e desidratação do ar atmosférico em mais de uma etapa. a área dessas serpentinas deve permitir uma passagem lenta do ar (baixa velocidade), a serpentina que recebe o ar pré-resfriado deve possuir maior número de filas, é desejável o fracionamento da potência frigorífica de 0 a 100%, mas sendo possível fracionar a cada 50% ou 25% e assim sucessivamente conforme o sistema de compressão disponível no mercado e viável economicamente. A água fria de condensação da unidade evaporadora é recolhida em um tanque para posterior atomização nas serpentinas do condensador por uma bomba de água auxiliar e por bicos atomizadores. Poderá eventualmente haver suprimento adicional de água, proveniente da rede de água potável da instalação.

A descarga do ar de condensação é realizado verticalmente para evitar refluxo de ar quente (curto-circuito). O ventilador centrífugo deve ser do tipo *limit-load* modelo *air-flow* ou similar de alta eficiência para evitar o aquecimento do ar pelo atrito das pás do ventilador. Há também um complexo sistema de automação composto por controladores digitais microprocessadores (já citados anteriormente) que poderão ser substituídos por outros mais modernos à medida que forem

surgindo no mercado.

A vazão de ar gerado é controlado automaticamente pelo inversor de frequência a partir de sinais provenientes do controlador PID, que opera em função da entalpia do ar ambiente, da 05 estrutura de aeração e da altura da coluna de grãos no silo. É possível também realizar esta função por meio de um *dumper* mecânico manual ou motorizado, instalado no sentido do fluxo do ar gerado.

A invenção também se refere a equipamentos de diversas potências frigoríficas, de expansão direta ou 10 indireta, móveis ou estacionários. Os estacionários podem conter condensação à ar ou à água e os móveis condensação à ar. As potências frigoríficas variam em função da aplicação, isto é, tamanho dos silos, ou da velocidade de processamento (Usina de beneficiamento UBS) e/ou do volume total a resfriar em um determinado espaço de tempo.

15 A invenção pode ser aplicada em sementes e grãos que se encontram estacionados em um silo (o silo pode ser de qualquer material e tamanho) ou diretamente na linha de beneficiamento.

Para isso utiliza as estruturas de aeração existentes nas unidades armazenadoras, podendo ser acoplado diretamente na 20 boca do(s) ventilador(es) do silo, devendo o(s) mesmo(s) ficar(em) desligado(s), ou na boca de entrada de ar e canaletas dimensionados ou previsto para este fim.

A presente invenção também requer um duto, de preferência flexível, para conduzir o ar tratado desde o equipamento 25 resfriador até a boca de entrada do ventilador ou silo. Todos estes aspectos estão detalhados em figuras em anexo.

A invenção requer cuidados adicionais para

atingir o êxito no manejo de grãos e sementes armazenados. Estes cuidados são questões externas à invenção e se referem às "Boas Práticas da Armazenagem - BPA". São eles: produto limpo e seco, estrutura limpa e higienizada, produto livre de impurezas ou com impurezas distribuídas
 05 homogeneamente, rede elétrica bem dimensionada, barracões e armazéns bem arejados, frescos, de preferência com isolamentos térmicos, e, principalmente pessoal técnico motivado.

A descrição que se segue e as figuras associadas, tudo dado a título de exemplo não limitativo, farão compreender
 10 bem a invenção.

A **Figura 1.**, apresenta uma representação esquemática do circuito de refrigeração onde é possível observar dois condensadores do fluido de refrigeração (1), quatro ventiladores axiais (2), dois evaporadores do fluido de refrigeração (3), a linha de gás do fluido de
 15 refrigeração (4), duas válvulas de expansão (5), a linha de líquido do fluido de refrigeração (6), o motor do ventilador centrífugo (7), o ventilador centrífugo (8), os filtros secadores (9), os separadores de líquido (10), o tanque de coleta de água de desidratação do ar (11), a bomba de injeção de água fria nos condensadores (12), e os compressores de fluido refrigerante
 20 (13).

A **Figura 2.**, apresenta de forma simplificada o diagrama do sistema de automação do equipamento resfriador, onde é possível observar dois condensadores do fluido de refrigeração (1), dois ventiladores axiais (2), um evaporador do fluido de
 25 refrigeração (3), a linha de gás do fluido de refrigeração (4), duas válvulas de expansão (5), a linha de líquido do fluido de refrigeração (6), o motor do ventilador centrífugo (7), o ventilador centrífugo (8), os filtros secadores (9),

os separadores de líquido (10), o tanque de coleta de água de desidratação do ar (11), a bomba de injeção de água fria nos condensadores (12), o motor da bomba de injeção de água fria nos condensadores (12-A), dois compressores de fluido refrigerante (13), dois motores dos compressores de fluido refrigerante (13-A), dois bicos atomizadores de água fria (14), um controlador lógico programável (20), um controlador proporcional derivativo integral (21), um inversor de frequência (22), um sensor de temperatura do ar ambiente (23), um indicador de temperatura do ar ambiente (24), um sensor de umidade do ar ambiente (25), um indicador de umidade do ar ambiente (26), um sensor de temperatura da massa de grãos ou sementes (27), um indicador de temperatura da massa de grãos ou sementes (28), um sensor de temperatura do ar resfriado (29), sensores de temperatura de gás refrigerante (30) e controlador com indicadores de temperatura de gás refrigerante (31).

A **Figura 3.**, apresenta a vista perspectiva superior do equipamento resfriador, onde é possível observar os quatro ventiladores axiais (2), a veneziana de entrada de ar para o condensador (35), a veneziana de entrada de ar para o evaporador (36), e o bocal de saída do ar resfriado (37).

O equipamento deve ser protegido contra intempéries, de preferência com chapas de alumínio e montado sobre um chassi tipo agrícola com rodas que permitam sua mobilidade.

As venezianas para entrada de ar devem oferecer mínima resistência e os filtros devem ser fabricados com molduras metálicas que ofereçam rigidez e boa vedação.

O quadro de comando aloja componentes eletrônicos delicados e que geram quantidade substancial de calor sensível. Estes componentes têm limites superiores de temperatura a partir da qual

podem apresentar falhas, por este motivo é conduzido um fluxo de ar frio filtrado, do próprio equipamento (desde a descarga do ventilador centrífugo), até a parte traseira e inferior do referido quadro, proporcionando assim uma temperatura amena para a operação destes dispositivos. Estes componentes
05 devem estar protegidos contra intempéries por meio de uma porta com travas e isolamento térmico.

O ventilador centrífugo (8) deve ser do tipo *Limit-load*, dupla aspiração modelo *Air-flow* e permanece alojado em gabinete metálico construído para este fim.

10 Este gabinete deve estar isolado termicamente e deve permitir uma perfeita vedação do ar aspirado, para forçar sua passagem pela superfície da serpentina do evaporador de maneira uniforme. O ventilador (8) é controlado pelo inversor de frequência (22), cujos limites inferiores e superiores de velocidade devem ser ajustados para
15 vencer as contrapressões de sementes e grãos nos silos. O painel de IHM (interface homem-máquina) deve estar acessível para a operação e protegido contra intempéries.

O duto que conecta o equipamento à entrada de aeração dos silos deve ser flexível para evitar obstrução do fluxo de ar por
20 curvas muito fechadas. Deve ser fabricado com lona vinílica ou similar com anéis metálicos ou plásticos de alta densidade costurados nesta lona a cada 15 a 30 cm, seguidos por uma proteção térmica de material isolante térmico flexível, como lã de vidro, espuma de poliestireno ou similar, e por último
(mais externamente) uma lona vinílica ou similar para proteção externa
25 contra intempéries e raios ultravioleta. O diâmetro do duto deve ser dimensionado em função da vazão de ar de cada máquina e não há restrição quanto ao seu comprimento para as aplicações normais, pois a entrada da

aeração normalmente se encontra há, no máximo, poucas dezenas de metros.

O isolamento térmico é importante principalmente nos dutos mais longos.

As serpentinas do evaporador do fluido de refrigeração (3) possuem um, dois ou mais estágios, e estão instaladas em série em relação ao sentido do fluxo de ar. É recomendável instalar duas etapas (pré e pós resfriamento) para os equipamentos que irão funcionar em locais com climas moderados como da região Sul e Sudeste do Brasil. Neste caso calcula-se a primeira serpentina para a condição média de temperatura e umidade da região e a segunda serpentina com temperatura e umidade menor em função da primeira etapa do resfriamento.

Para climas mais severos como os da Região Norte e Nordeste do Brasil é recomendável instalar três serpentinas em série, conformando três fases de resfriamento. Assim será possível atingir a temperatura e umidade de operação desejada. Neste caso calcula-se a primeira serpentina para a condição média de temperatura e umidade da região e a segunda e terceira serpentinas com temperaturas e umidades menores em função das etapas de pré-resfriamento. Para estas regiões também é importante prever uma entrada auxiliar de água no tanque de coleta de água de desidratação do ar (11).

O aspecto fundamental do invento tem relação com a disposição das serpentinas do evaporador em série, a velocidade de passagem de ar pela mesma, que determina sua maior ou menor capacidade para operar nas regiões tropicais e o sistema de automação associado. A temperatura de operação do ar a ser insuflado no silo é ajustado digitalmente nos botões do controlador proporcional integral derivativo, e este por sua vez supervisiona a temperatura do ar descarregado pelo

ventilador centrífugo (8) por meio do sensor de temperatura do ar resfriado (29) e age sobre o inversor de frequência (22) aumentando ou reduzindo a sua rotação, buscando ajustar permanente e instantaneamente a temperatura solicitada pelo operador. Os demais dados de temperatura e umidade obtidas
05 pelos sensores de temperatura (23) e indicado pelo indicador (24), pelo sensor de umidade (25) e indicado pelo indicador (26) e sensor de temperatura (27) e indicado pelo indicador (28) e sinais *on-off* do controlador (31) multi-estágio que monitoram a temperatura do refrigerante na linha de gás, para evitar congelamentos são introduzidos no Controlador Lógico
10 Programável (20) que executa um programa computacional elaborado para este fim, ajustando automaticamente a potência frigorífica do equipamento para as condições do ar atmosférico daquele instante e para aquele silo. Este conjunto de funções foi implantado após exaustivos testes de operação manual do equipamento e tem como finalidade dispensar a necessidade de
15 um operador atuando permanentemente na máquina, o que tornaria a operação vulnerável a erros humanos e a problemas.

Os compressores de fluido refrigerante (13) devem ser afixados sobre bases de borracha para amortecer a vibração. Os circuitos frigoríficos requerem os elementos auxiliares típicos de
20 equipamentos de refrigeração industrial na sua montagem, tais como: filtro secador, visor de líquido, válvula de expansão termostática, acumulador de sucção, tanque de líquido, separador de óleo, válvulas esferas e de serviço e pressostatos de alta e baixa. Os tubos de cobre e curvas devem ser soldados em ambiente inerte para evitar os óxidos prejudiciais ao sistema. Também
25 deve-se proceder a uma boa limpeza e vácuo antes da carga de gás refrigerante.

Os bicos atomizadores (14) devem possuir

pré-filtros para evitar entupimentos. Têm como finalidade reduzir a temperatura de condensação, trazendo grandes benefícios para a vida útil dos compressores (13) e melhorando a eficiência energética do equipamento. Assim, constitui um sistema conhecido como Condensador Evaporativo. A 05 bomba de injeção de água fria nos condensadores (1) é acionada automaticamente pelo Controlador Lógico Programável (20), sob prévia autorização do controlador com indicador de temperatura de ar ambiente (29) digital mono-estágio digital, saída a relé que comunica ao CLP (20) a temperatura do ar externo sensorizado no sensor (23), para autorizar ou não a 10 atomização de água nos condensadores. O *set-point* para atomização da água é escolhido pelo operador, porém recomenda-se não superar 28 °C.

REIVINDICAÇÕES

1. **“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES ”**, elétrico, móvel ou estacionário, composto por sistema de compressão mecânica de gás refrigerante, gabinete, chassi, controle automático de fluxo de gás refrigerante, caracterizado por, duas ou mais serpentinas do evaporador (3) aletadas, instaladas em série com o sentido fluxo do ar e com pré-resfriamento na primeira etapa e pós-resfriamento nas etapas sucessivas, ventilador centrífugo (8) do tipo *limit load* modelo *air flow* dupla aspiração com controle automático de vazão e temperatura de ar frio gerado, independente das condições de clima e com modulação da potencia frigorífica de 0 a 100 % contínua e instrumentação de controle com um controlador lógico programável (20), um controlador PID digital/analógico (21), um inversor de frequência (22), controladores digitais de temperatura do ar gerado mono e multiestágios com sensores remotos de temperatura (23), (27) e (29) e chaves seletoras multiestágios nas linhas de gás e líquido de cada circuito de refrigeração.

2. **“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES ”**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por, serpentinas do evaporador (3) com área calculada a partir dos valores de temperatura e umidade do ar atmosférico no primeiro estágio, temperatura e umidade média da região para o verão no segundo e demais estágios e os valores considerados no primeiro estágio subtraindo a queda de temperatura e umidade no estágio imediatamente anterior ao da serpentina em questão e que permita uma velocidade de passagem de ar que mantenha a mesma área frontal.

3. **“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES ”**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

por, recolher água fria de condensação da unidade evaporadora em tanque de coleta de água de desidratação (11) para posterior atomização com atomizadores (14) nas serpentinas do condensador (1).

4. **“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE**
05 **GRÃOS E SEMENTES ”**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por, ar de condensação dos ventiladores do condensador (1) ser descarregado no sentido vertical.

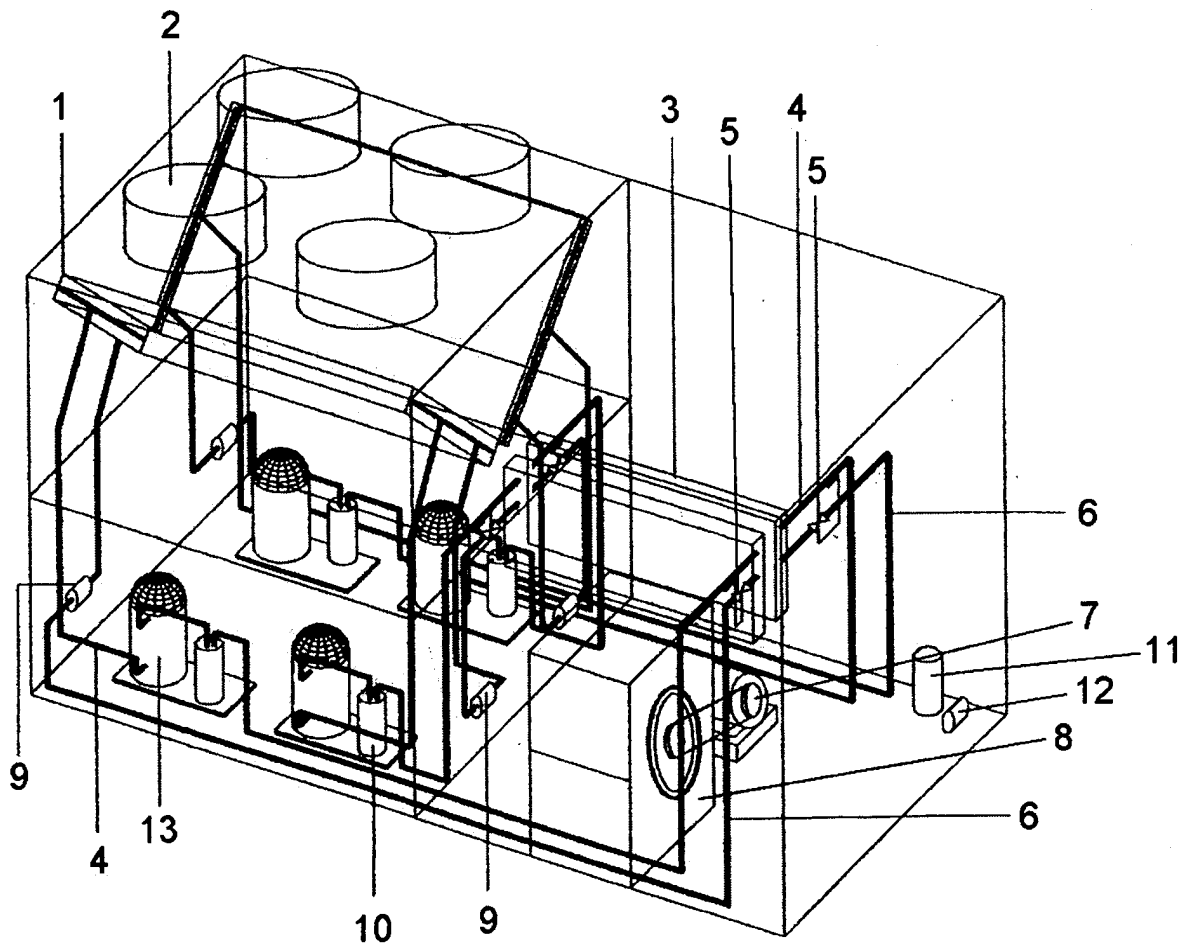
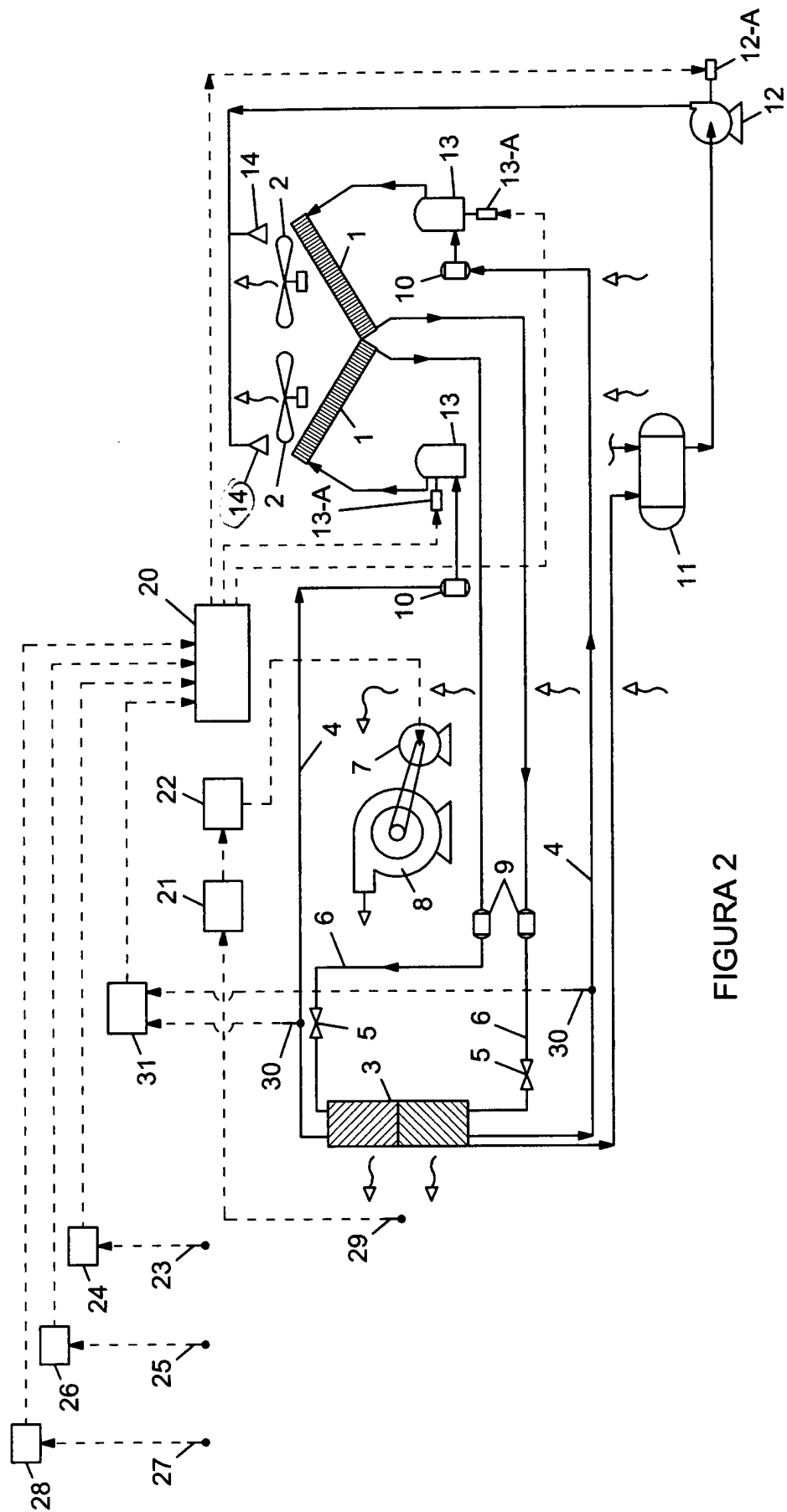


FIGURA 1



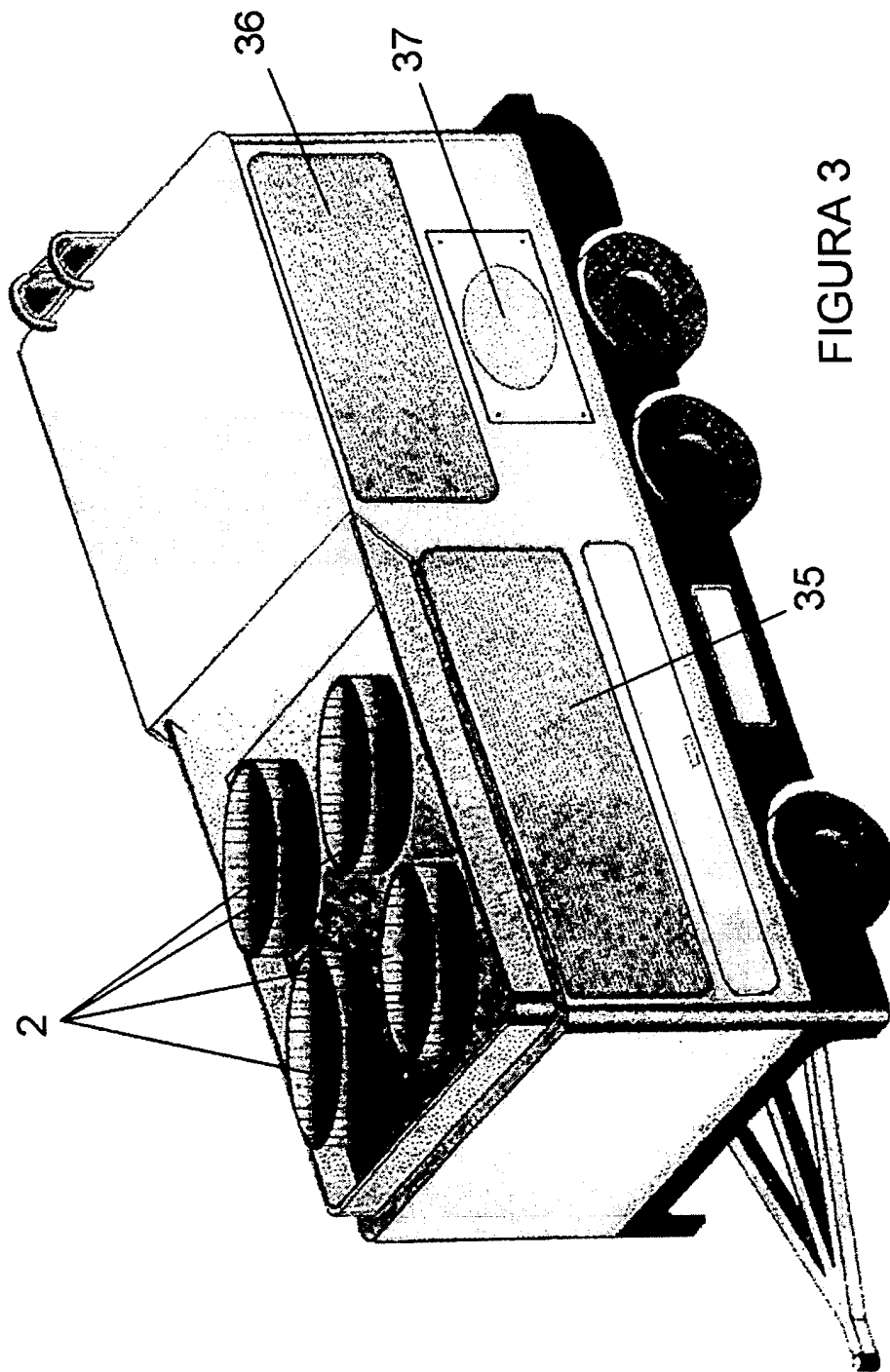


FIGURA 3

RESUMO

“ EQUIPAMENTO RESFRIADOR DE GRÃOS E SEMENTES ”, refere-se a patente de invenção a um equipamento elétrico para resfriamento artificial de grãos e sementes, móvel ou estacionário, composto por sistema de compressão mecânica de gás refrigerante, otimizado com dois bicos atomizadores de água fria (14), um controlador lógico programável (20), um controlador proporcional derivativo integral (21), um inversor de frequência (22), um sensor de temperatura do ar ambiente (23), um indicador de temperatura do ar ambiente (24), um sensor de umidade do ar ambiente (25), um indicador de umidade do ar ambiente (26), um sensor de temperatura da massa de grãos ou sementes (27), um indicador de temperatura da massa de grãos ou sementes (28), um sensor de temperatura do ar resfriado (29), sensores de temperatura de gás refrigerante (30) e controlador com indicadores de temperatura de gás refrigerante (31), que permitem manter sob controle as propriedades do ar gerado pelo mesmo e a ser utilizado no processo de resfriamento, independente das condições climáticas.