



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

(21) **PI0901422-5 A2**

(22) Data de Depósito: 20/02/2009
(43) Data da Publicação: 16/11/2010
(RPI 2080)



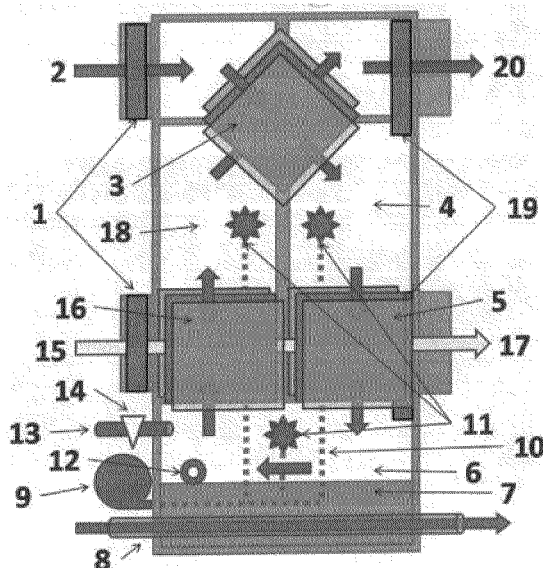
(51) *Int.Cl.:*
F25B 5/00

(54) Título: **EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE**

(73) Titular(es): Reinaldo de Oliveira

(72) Inventor(es): Reinaldo de Oliveira

(57) **Resumo:** EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE Patente de Invenção para equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e latente é compreendido por trocadores de calor 3, 5 e 16 distribuídos em forma de "T" invertido, sendo a linha horizontal composta por dois trocadores de calor 5 e 16 lado a lado, que promovem a transferência de calor do ar de insuflação 15 para o ar de exaustão 2 umidificado e resfriado por água gelada. A linha vertical é composta por um trocador de calor 3 montado em forma de «diamante» permitindo que o ar de exaustão 2, utilizado para remover a energia térmica do ar de insuflação 15 nos trocadores de calor horizontais 5 e 16, remova também a energia térmica do seu próximo fluxo (diminuindo ainda mais a temperatura do próximo ciclo) e depois sejadescartado no ambiente externo 20, desenhando uma trajetória de "laço". O ar de insuflação 15, composto por 50% de massa de ar de recirculação, e 50% demassa de ar de renovação, percorre os trocadores de ar-ar horizontais 5 e 16 e cede energia térmica ao ar de exaustão 2 umidificado e resfriado por água gelada pulverizada pelos bicos aspersores 11. Após o processo de resfriamento e desumidificação nos trocadores de calor ar-ar 5 e 16, o ar de insuflação 15 é impulsionado ao ambiente climatizado 17. O ar de exaustão 2, após remover energia do ar de insuflação 15, ainda tem temperatura menor que no momento da sua entrada no equipamento.



**“EQUIPAMENTO E SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”**

A presente patente de invenção tem por objeto um equipamento de ar condicionado diferenciado, para uso como climatizador de ambientes, ao qual foi dada original concepção e construção com vistas a melhorar a utilização e eficiência do princípio adiabático indireto em relação aos sistemas convencionais existentes.

Já são conhecidos equipamentos e sistemas de ar condicionado que utilizam-se de um circuito fechado de gás refrigerante em que este gás é posto em movimento entre dois trocadores de calor para que o mesmo absorva calor de um ambiente e o rejeite no ambiente exterior.

Em que pese a larga utilização desses tipos de equipamentos e sistemas de troca de calor e refrigeração, alguns inconvenientes podem-lhes ser atribuídos, como o fato de apresentarem elevado consumo de energia elétrica e de alta dissipação de calor para o meio externo o que acarreta danos ao meio-ambiente e custos consideravelmente maiores aos usuários, bem como baixas taxas de renovação de ar.

Tendo em vista tais problemas, e no intuito de superá-los, foi desenvolvido o equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e calor latente objeto da presente patente, que consiste em utilizar o sistema adiabático indireto com aspersão de água gelada no ar de exaustão e dupla troca de calor através de trocadores em série, com resfriamento final e com pré-resfriamento do ar de insuflação, bem como reaproveitamento da baixa temperatura do ar de exaustão para pre-resfriar este mesmo ar de exaustão quando da sua entrada no equipamento fazendo um laço dos fluxos de ar de exaustão na entrada e na saída do equipamento.

Essa forma de construção e de funcionamento do equipamento soluciona os inconvenientes apontados, uma vez que a aspersão da água gelada e a dupla troca de calor conferem alta eficiência e eficácia, evitando perda desnecessária do ar frio de exaustão o qual é

reaproveitado, reduzindo o consumo de energia elétrica e da água de refrigeração.

Por outro lado, como o princípio é evaporativo indireto, parte do trabalho é produzido por unidades de refrigeração que resfriam indiretamente a água contida na bandeja, via trocador de calor gás refrigerante-água ou água gelada-água do equipamento e, via evaporação de parte da água do equipamento ao ser pulverizada no ar de exaustão dentro de câmaras colocadas entre os trocadores de calor ar-ar. Dessa forma, fazem a transferência térmica de energia entre o ar de exaustão, mais frio, e o ar de insuflação, mais quente, com sentido de fluxo de calor mais quente para o de menor temperatura.

Isto ocorre em dois trocadores em série montados horizontalmente. Antes de ser descartado, o ar de exaustão que está com temperatura inferior à sua entrada, absorve energia térmica do mesmo antes do processo de pulverização de água gelada na primeira câmara, diminuindo sua temperatura e fazendo com que aumente a eficiência de troca térmica com o ar de insuflação, pois está com temperatura mais baixa que na primeira pulverização. Após este ciclo de trabalho, o ar de exaustão é descartado no ambiente externo podendo, em alguns casos, ser descarregado diretamente nas serpentinas de condensação do equipamento de ar condicionado aumentando, com isso, seu poder de refrigeração.

Forma-se um ciclo em forma de “laço” que aumenta a remoção de energia térmica em comparação com os equipamentos convencionais, e conseqüentemente reduz o consumo da energia elétrica utilizada no equipamento de refrigeração, viabilizando sistemas com até 100% de renovação de ar, necessitando para seu funcionamento normal, da troca de 50% do ar interno, muito acima dos níveis de renovação adotados usualmente.

O desenho anexo mostra a disposição do equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e calor latente”, objeto da presente patente, no qual:

A Fig. 1 mostra-o em corte lateral.

De conformidade com o quanto ilustra a figura acima relacionada, o equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e calor latente, consiste em um trocador de calor ar-ar 3, com aproveitamento do ar de exaustão 2, já utilizado para resfriar o ar de insuflação 15, como pré-resfriador do fluxo de entrada do mesmo; em uma primeira câmara de umidificação 4 ocorre resfriamento e complementação da massa do ar de exaustão 2, com água gelada através dos bicos aspersores 11; trocador de calor ar-ar 5 funcionando como resfriador final do ar de insuflação 15; segunda câmara de umidificação 6, resfriamento e complementação da massa de ar de exaustão com água gelada através dos bicos aspersores 11 -esta câmara 6 também funciona como reservatório 7 de água não evaporada em queda após sua aspersão, possuindo captação da água condensada do fluxo de ar de insuflação 15, bóia 12 que controla o fluxo de água 13 para repor água que foi evaporada no processo e o trocador de calor indireto gás refrigerante-água ou água gelada-água 8 do equipamento de refrigeração que fica imerso na água do reservatório 7; trocador de calor ar-ar 16 funcionando como pré-resfriador do ar de insuflação 15; câmara de condução 18 do ar de exaustão 2 até o trocador de calor ar-ar 3 para pré-resfriamento do ar de exaustão 2 no processo de resfriamento do ar de insuflação 15. Eletro-bomba 9, filtro de água 14 e rede hidráulica 10 instalados fora do corpo do equipamento, filtro de ar 1 na admissão do ar de exaustão 2; eliminador de gotas 19 na saída do ar de exaustão 2 que é descarregado na atmosfera 20, ou em condensadoras à ar 20; filtro de ar 1 na tomada de ar de insuflação 15; eliminador de gotas 19 na saída do ar de insuflação 15 que é conduzido para o ambiente climatizado 17.

Os trocadores de calor do tipo ar-ar são compostos por placas de configuração quadrangular em metal, ou outro material com boa condutibilidade térmica (tais como aço inox, cobre, alumínio), unidas por dois lados duas a duas alternadamente e com espaço entre ambas, criando passagem para que os dois fluxos de ar (de exaustão e de insuflação) percorram as placas simultaneamente com sentido de 90° entre ambas, sem se

tocarem, porém promovendo troca térmica no sentido do mais quente (ar de insuflação) para o mais frio (ar de exaustão umidificado com água gelada).

O mecanismo funcional do equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e calor latente está baseado em trocas sequenciais de calor (energia térmica) entre os dois fluxos de ar sem que eles se toquem. É de se notar que os processos são repetitivos para maximizar as trocas de calor.

Cada trocador, visto unitariamente, configura-se como um pacote de lâminas unidas por pressão mecânica em dois lados opostos de modo que os outros dois lados não unidos formem uma câmara de passagem de ar pelo distanciamento entre ambas. A próxima união será alternada e a nova câmara ficará com sentido de passagem de ar a 90° em relação à câmara anterior, e assim sucessivamente. Esta orientação permite aos dois diferentes fluxos de ar (ar de exaustão e ar de insuflação) terem sentidos diferenciados em 90° sem se tocarem.

As lâminas que compõem os trocadores têm ressaltos estampados mecanicamente, não coincidentes na ocasião das uniões, para manter uniforme a distância (espaço onde os fluxos de ar fluem) entre si. A vedação das uniões se dá por pressão mecânica e, em alguns casos, é reforçada por imersão em tinta para metal à base de água. Fechando os cantos do trocador são coladas cantoneiras nas quinas mediante vedação elástica.

O equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e calor latente é montado em forma de "T" invertido, sendo a linha horizontal composta por dois trocadores de calor ar-ar 5 e 16 lado a lado, que promovem a transferência térmica, sendo o resfriamento inicial do ar de insuflação 15 no trocador 16 e resfriamento final no trocador 5 para então ser insuflado no ambiente a ser climatizado 17. A linha vertical é composta por um trocador de calor ar-ar 3 montado na forma de "diamante" na parte superior do equipamento permitindo que o ar de exaustão 2 - já utilizado para remover energia térmica do ar de insuflação 15 nos trocadores horizontais

5 e 16 e que ainda tem sua temperatura menor que na hora da sua admissão-
ao percorrer este trocador 3, remova também a energia térmica dele mesmo.
Isso acontecerá quando da sua admissão no ciclo de refrigeração, por
pulverização de água gelada, aumentando assim a eficiência do equipamento,
5 pois parte da energia contida nele vai ser transferida para o ar de exaustão 2,
que após este trabalho será lançado no ambiente externo 20.

O ar de insuflação, que é composto de 50% de
massa de ar de recirculação captado internamente, e 50% de massa de ar de
renovação captado externamente, percorre a linha horizontal (trocadores de
10 calor ar-ar) e cede energia térmica na forma de calor sensível e calor latente,
por condensação do vapor de água (pois a temperatura da placa separadora
dos dois fluxos estará abaixo do ponto de orvalho da mesma) às placas do
trocador de calor ar-ar. Essas, por sua vez, cederão a energia ao ar de
exaustão captado internamente, composto de 50% de massa deste ar e 50%
15 de água gelada pulverizada, que a resfria e umidifica (igualando assim as
massas envolvidas na troca térmica). Após tal processo, resfriamento e
desumidificação nos trocadores de calor ar-ar, o ar de insuflação será
impulsionado por meio de ventiladores, redes de dutos e elementos de difusão
de ar até o ambiente climatizado.

20 Já o ar de exaustão captado internamente,
após remover energia do ar de insuflação com auxílio da água gelada
pulverizada, como tem ainda temperatura menor que a sua do momento da
entrada no equipamento, ao passar pelo cubo absorverá energia térmica (calor
sensível) deste mesmo no próximo ciclo (pois o seu percurso no equipamento
25 tem a forma de um "laço"), diminuindo sua temperatura que ao ser resfriada e
umidificada atingirá temperaturas ainda menores.

Este primeiro resfriamento sensível do ar de
exaustão é a chave do funcionamento do equipamento, pois ao ceder energia
ao ar de exaustão já utilizado antes de ser descartado e ao sofrer a
30 pulverização de água gelada nas câmaras de umidificação, atingirá
temperaturas muito mais baixas se comparado com um ciclo sem o percurso

em forma de “laço”. Porisso, após o processo de resfriamento (remoção de calor sensível) no trocador de calor ar-ar, sofre umidificação na câmara e tem sua energia transferida à água gelada que por sua vez aumenta sua temperatura até que os dois elementos (ar e água) atinjam uma temperatura de equilíbrio térmico. Como a sua massa tem que ser igual à do ar de insuflação, a água gelada pulverizada tem a massa complementar para atingir o equilíbrio das massas. A seguir esta massa composta por ar e água gelada com temperaturas em equilíbrio (iguais) percorre o trocador de calor ar-ar e absorve calor (energia) que é cedido às placas pelo ar de insuflação, que cede calor sensível e calor latente (condensação de parte do vapor de água contido nele).

Após esta etapa, o ar de insuflação é conduzido ao ambiente climatizado. Já o ar de exaustão que absorveu energia e aumentou sua umidade absoluta por conta de parte de evaporação da água pulverizada nele para tal trabalho, sofre nova pulverização de água gelada na câmara e novamente ar e água gelada tem de entrar em equilíbrio térmico. Após isto, o ar de exaustão percorre o trocador de calor ar-ar e absorve calor (energia) do ar de insuflação na sua admissão no equipamento e tem sua umidade absoluta novamente aumentada por conta de evaporação de água pulverizada nele.

Ao final destas etapas, o ar de exaustão, que tem massa ligeiramente maior do que quando da sua admissão no equipamento e temperatura menor, fará remoção de calor sensível da sua admissão no equipamento no trocador de calor ar-ar e então é finalmente descartado externamente. Ao começar novo ciclo o ar de exaustão pré-resfriado sofre pulverização de água gelada, e esta massa de ar e água percorrerá o trocador de calor ar-ar ao mesmo tempo que o ar de insuflação, que já sofreu pré-resfriamento e pré-desumidificação no trocador de calor ar-ar no processo anterior, e suas condições entálpicas (ar de insuflação) serão menores que do primeiro ciclo já descrito. Esta dinâmica de trocas em série de energia entre os dois fluxos de ar (de exaustão e de insuflação) aliada ao aproveitamento final das condições do ar de exaustão para pré-resfriar o ar de

exaustão na sua admissão no equipamento, faz com que possamos diminuir a capacidade dos equipamentos de refrigeração em torno de 50% do convencional, proporcionando maiores renovações de ar interno ao mesmo tempo menor consumo de energia, menores instalações hidráulicas ou tubulações de gás, menores cabines transformadoras e cabos elétricos, beneficiando toda a cadeia produtiva de energia.

Completa o equipamento, eletro-bomba 9 para movimentação e pulverização da água gelada do reservatório 7, filtros de água 14 e de ar 1, bicos aspersores 11 de água para pulverizar a mesma nas câmaras de umidificação 4,6 e 18, ventiladores para movimentação dos dois fluxos de ar (de insuflação 15 e de exaustão 2) e eliminadores de gotas de água na saída dos dois fluxos de ar para capturar gotas de água que porventura sejam arrastadas pelos fluxos de ar que serão conduzidas ao reservatório de água 7 situado na parte inferior do equipamento para que sejam re-inseridas no processo pela aspersão promovendo economia de água consumida no processo, trocador de calor do sistema de refrigeração imerso na água do reservatório 7.

O equipamento está inserido em uma caixa construída com divisórias de PVC que tem seu interior preenchido com EPS e cada painel desta com as laterais envolvidas com alumínio em formato de "U" colado com resina elastomérica de alto poder de aderência. Este processo fabril foi escolhido por não propagar chama e pela sua excelência em isolamento térmico, pois sua espessura final é de 35 mm.

REINVINDICAÇÕES

1) “EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”

5 ar-ar (3) funcionando como re-aproveitador da baixa temperatura do ar de exaustão (2) para pré-resfriar o fluxo de entrada do mesmo; primeira câmara (4) de pulverização de água gelada com bicos aspersores (11) para facilitar troca térmica com o ar de exaustão (2) e complementar sua massa para igualar à massa do ar de insuflação (15) onde se consegue as menores temperaturas; 10 trocador de calor ar-ar (5) funcionando como resfriador final do ar de insuflação (15) pelo ar de exaustão (2) com água gelada que vem da câmara (4); segunda câmara (6) de pulverização de água gelada com bicos aspersores (11) para facilitar troca térmica onde se consegue as segundas menores temperaturas; trocador de calor ar-ar (16) funcionando como pré-resfriador do ar de insuflação 15 (15) pelo ar de exaustão (2) com água gelada que vem da câmara (6); câmara (18) de comunicação do ar de exaustão (2) que sai do trocador de calor ar-ar (16) até o trocador de calor ar-ar (3); reservatório de água gelada (7) do equipamento que contém trocador de calor imerso do tipo gás refrigerante-água (8) ou água gelada-água (8), bóia repositória (12) de água evaporada e 20 tubos condutores de água condensada do ar de insuflação (15) e de água pulverizada arrastada pelo ar de exaustão (2) que são capturadas nos eliminadores de gotas (19); eletro-bomba (9) e filtro de água (14).

2) “EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”

25 sensível (radiante) e calor latente (vapor de água) do ar de insuflação (15) por uma mistura de ar de exaustão (2) e de água gelada pulverizada (11) neste fluxo de ar de exaustão (2); em trocadores de calor do tipo ar-ar (3), (5) e (16) que possuem placas divisórias que impedem o contato direto entre os dois fluxos, mas transmitem energia (calor) do fluxo mais quente (insuflação) para o 30 fluxo mais frio (exaustão mais água gelada) confeccionadas em material bom condutor de calor (alumínio, aço inox, cobre ou liga nobre, por exemplo) e que

possuem ressaltos estampados não coincidentes na montagem que servem de espaçadores entre as placas; os trocadores de calor (5) e (16) promovem o fluxo de energia no sentido do ar de insuflação (15) para o ar de exaustão (2) mais água gelada por diferença de temperatura, de tal forma e eficiência que necessita apenas 50% da capacidade de um equipamento de ar condicionado convencional para realizar o mesmo trabalho de climatização.

3) **“EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”** caracterizado por mecanismo funcional que são os trocadores de calor em número de três (3), (5) e (16), que permitem que fluxos de ar diferentes troquem calor (energia térmica) sem se tocarem; é de se notar que os processos se repetem para reaproveitamento dos ciclos de trocas de calor; o trocador de calor visto unitariamente é um pacote de lâminas de metal ou outro material bom condutor de calor sobrepostas e com fechamento em dois lados opostos alternadamente que criam canais de passagem com grande superfície para a passagem dos dois fluxos de ar (de exaustão (2) com água gelada pulverizada (11) e ar de insuflação (15) orientados a 90° entre si, onde trocam energia térmica sem se tocarem.

4) **“EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”** caracterizado por montagem em forma de “T” invertido, sendo a linha horizontal composta por dois cubos (5) e (16) lado a lado e que promovem trocas de energia térmica entre os dois fluxos de ar (de exaustão (2) com água gelada pulverizada (11) e ar de insuflação (15); a linha vertical por um cubo (3) com configuração em forma de “diamante” e promove o pré-resfriamento (remoção) de calor sensível do ar de exaustão novo (2) antes da sua primeira umidificação pelo próprio ar de exaustão (2) já usado no processo e que está mais frio, por diferença de temperatura, caracterizando reaproveitamento energético.

5) **“EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”** caracterizado por funcionamento procedendo da seguinte forma: o ar de exaustão (2) resfriado por água gelada

pulverizada (11) e succionado por ventilador colocado na descarga do mesmo para o ambiente externo (20) ou em condensadoras à ar (20), faz com que percorra todos os trocadores de calor ar-ar, três, sendo dois horizontais (5) e (16) e um vertical (3) e as câmaras de umidificação, duas, com evaporação muito eficiente pois a pressão negativa no circuito faz com que ao ganhar calor o ar de exaustão (2) absorva vapor de parte da água gelada que muda de estado; o ar de insuflação (15) é succionado por outro ventilador colocado na saída do mesmo e faz com que percorra os dois trocadores de sentido horizontal; bicos aspersores (11) promovem a distribuição da água gelada de maneira uniforme no ar de exaustão (2) situam-se em duas câmaras antes de cada troca térmica com o ar de insuflação (15); pré-resfriamento inicial do ar de exaustão (2) pelo mesmo ar após remover energia do ar de processo por possuir ainda temperatura inferior do que na hora da sua entrada no equipamento e com isto conseguindo-se temperaturas menores nas pulverizações com água gelada e conseqüentemente mais eficiência do equipamento por gradientes (diferenças) de temperatura menores entre o ar de exaustão (2) e o ar de insuflação (15).

6) **“EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE”**, caracterizado por ser confeccionado em placas divisórias de PVC com enchimento em EPS e emolduradas com alumínio em “U”.

RESUMO

"EQUIPAMENTO E SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO REMOVEDOR DE CALOR SENSÍVEL E CALOR LATENTE"

- 5 Patente de Invenção para equipamento e sistema de climatização removedor de calor sensível e latente é compreendido por trocadores de calor 3, 5 e 16 distribuídos em forma de "T" invertido, sendo a linha horizontal composta por dois trocadores de calor 5 e 16 lado a lado, que promovem a transferência de calor do ar de insuflação 15 para o ar de exaustão 2 umidificado e resfriado por
- 10 água gelada. A linha vertical é composta por um trocador de calor 3 montado em forma de "diamante" permitindo que o ar de exaustão 2, utilizado para remover a energia térmica do ar de insuflação 15 nos trocadores de calor horizontais 5 e 16, remova também a energia térmica do seu próximo fluxo (diminuindo ainda mais a temperatura do próximo ciclo) e depois seja
- 15 descartado no ambiente externo 20, desenhando uma trajetória de "laço". O ar de insuflação 15, composto por 50% de massa de ar de recirculação, e 50% de massa de ar de renovação, percorre os trocadores de ar-ar horizontais 5 e 16 e cede energia térmica ao ar de exaustão 2 umidificado e resfriado por água gelada pulverizada pelos bicos aspersores 11. Após o processo de
- 20 resfriamento e desumidificação nos trocadores de calor ar-ar 5 e 16, o ar de insuflação 15 é impulsionado ao ambiente climatizado 17. O ar de exaustão 2, após remover energia do ar de insuflação 15, ainda tem temperatura menor que no momento da sua entrada no equipamento.