



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

(21) **PI1002095-0 A2**

(22) Data de Depósito: 11/03/2010
(43) Data da Publicação: 01/11/2011
(RPI 2130)



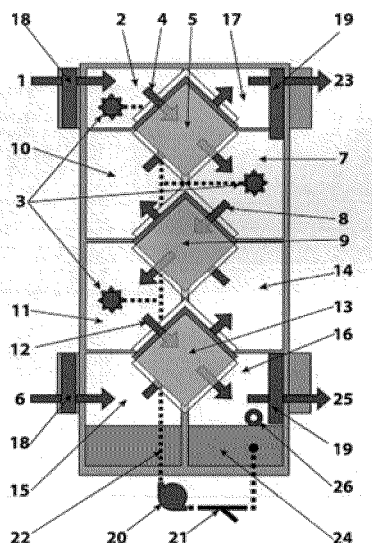
(51) *Int.Cl.:*
F28F 1/10

(54) Título: EQUIPAMENTO REMOVEDOR DE ENERGIA TÉRMICA DE UM FLUXO DE AR POR INTERMÉDIO DE OUTRO FLUXO DE AR UMIDIFICADO ATRAVÉS DE TRÊS TROCADORES DE CALOR AR-AR INSTALADOS EM SÉRIE

(73) Titular(es): Reinaldo de Oliveira

(72) Inventor(es): Reinaldo de Oliveira

(57) Resumo: EQUIPAMENTO REMOVEDOR DE ENERGIA TÉRMICA DE UM FLUXO DE AR POR INTERMÉDIO DE OUTRO FLUXO DE AR UMIDIFICADO ATRAVÉS DE TRÊS TROCADORES DE CALOR AR-AR INSTALADOS EM SÉRIE é compreendido por três trocadores de calor ar-ar (5), (9) e (13) montados em série funcionando para reaproveitar o ar de exaustão já usado para climatizar o ambiente e que tem temperatura inferior à do ar de renovação, fazendo com que os seus caminhos (trajetórias) no equipamento sejam de sentidos opostos; primeira câmara de umidificação 2 (pulverização de água) onde se atinge as temperaturas mais baixas do circuito do ar de exaustão 1; trocador de calor ar-ar 5 que é o resfriador final do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica para o ar de exaustão 1; segunda câmara de umidificação 7 do ar de exaustão 1 que promove supersaturação do mesmo; trocador de calor ar-ar 9 que é o resfriador intermediário do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica do mesmo para o ar de exaustão 1; terceira câmara de umidificação 11 do ar de exaustão 1 que promove supersaturação do mesmo; trocador de calor ar-ar 13 que é o resfriador primário do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica para o ar de exaustão 1. Os trocadores de calor ar-ar 5, 9 e 13 bombeiam (promovem) fluxos constantes de energia térmica no sentido do ar de renovação 6 (mais quente) para o ar de exaustão 1 pulverizado com água (mais frio) por diferença de temperatura; construção em placas de alumínio e plástico reciclados e unidos por parafusos e resina plástica de vedação, materiais estes que não propagam chama e também os diversos diedros que compõem o equipamento conforme figura 3. A tecnologia própria do equipamento permite que ocorra intercâmbio de calor entre os dois fluxos de ar sem que se toquem.





“EQUIPAMENTO REMOVEDOR DE ENERGIA TÉRMICA DE UM FLUXO DE AR POR INTERMÉDIO DE OUTRO FLUXO DE AR UMIDIFICADO ATRAVÉS DE TRÊS TROCADORES DE CALOR AR-AR INSTALADOS EM SÉRIE. ”

A presente patente de invenção tem por objetivo um equipamento que transfere energia térmica de um fluxo de ar (de renovação) para outro fluxo de ar umidificado (de exaustão) por diferença de temperatura através de trocadores de calor ar-ar montados em série, para uso com vistas a melhorar a eficiência dos sistemas de ar condicionado convencionais utilizados na climatização de ambientes, onde a renovação de ar é obrigatória e convencionalmente agrega energia (calor) ao ar interno e conseqüentemente consumo de energia elétrica.

Os 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, têm sua potência (compressores maiores) aumentada gerando maior consumo de energia elétrica quando os projetos requeiram renovação de parte ou a totalidade do ar interno no verão, pois o ar externo na maior parte do tempo de funcionamento tem entalpia maior que a do ar interno.

Tendo em vista tal problema (consumo elevado de energia elétrica), e no intuito de superá-lo, foi desenvolvido o equipamento removedor de energia térmica de um fluxo de ar por intermédio de outro fluxo de ar umidificado através de três trocadores de calor ar-ar instalados em série objeto da presente patente, que consiste em utilizar o princípio adiabático indireto com aspersão de água no ar de exaustão e tripla troca de calor (energia) através dos trocadores de calor ar-ar instalados em série, aproveitando-se da baixa temperatura do ar de exaustão que foi umidificado e teve sua temperatura de bulbo`seco abaixada para pré-resfriar o ar de renovação, podendo também pré-desumidificá-lo, uma vez que a temperatura do ar de exaustão umidificado pode estar abaixo do ponto de orvalho do ar de renovação, diminuindo assim o esforço do ar condicionado convencional

para climatizar o ambiente e conseqüentemente diminuindo também o consumo de energia elétrica .

Essa forma de construção e de funcionamento do equipamento soluciona os inconvenientes apontados, uma vez que a aspersão da água no ar de
5 exaustão e a tripla troca de calor em série conferem alta eficiência e eficácia do mesmo com o ar de renovação, evitando perda desnecessária do ar frio de exaustão o qual é reaproveitado para pré-resfriar o ar de renovação, reduzindo o consumo de energia elétrica.

Por outro lado, como o princípio é evaporativo indireto, o trabalho tem sua
10 eficiência otimizada pela evaporação da água do equipamento ao ser pulverizada no ar de exaustão dentro de câmaras colocadas entre os trocadores de calor ar-ar. Dessa forma, aumenta-se a transferência de energia térmica entre o ar de exaustão, mais frio, e o ar de renovação, mais quente, com sentido de fluxo de calor do mais quente para o de
15 menor temperatura.

Isto ocorre em três trocadores em série. Antes de ser descartado, o ar de exaustão que está com temperatura inferior ao ar de renovação captado externamente, tem ainda sua temperatura abaixada pelo processo adiabático obtido por meio de pulverização de água nas câmaras,
20 aumentando sua eficiência de capturar energia térmica do ar de insuflação pelo aumento da diferença de temperatura entre ambos. Após estes ciclos 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,
25 seu poder de refrigeração, pois ainda tem sua temperatura de bulbo seco menor que a do ar externo.

O ciclo em série que aumenta a remoção de energia térmica em comparação com os equipamentos adiabáticos indiretos de apenas uma troca de calor pois o ar de exaustão após sua passagem no primeiro
30 trocador de calor ar-ar ainda tem temperatura menor que a do ar de renovação, e ao percorrer os outros trocadores de calor ar-ar reduz ainda mais o consumo da energia elétrica utilizada no equipamento de refrigeração, viabilizando sistemas com até 100% de renovação de ar e

melhorando a performance de sistemas com renovação parcial do ar interno .

O desenho anexo mostra a disposição do "Equipamento Removedor de Energia Térmica de um Fluxo de Ar por Intermédio de outro Fluxo de Ar Umidificado Através de Três Trocadores de Calor Ar-Ar Instalados em Série. " , 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 Removedor de Energia Térmica de um Fluxo de Ar por Intermédio de outro Fluxo de Ar Umidificado Através de Três Trocadores de Calor Ar-Ar Instalados em Série", consiste em uma primeira câmara de admissão e umidificação 2 do ar de exaustão 1 captado no ambiente interno onde ocorre resfriamento e supersaturação 4 da massa do ar de exaustão 1 por efeito adiabático provocado pela pulverização de água através de bicos aspersores 3; trocador de calor ar-ar 5 funcionando como resfriador final do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 4; câmara de condução 17 do ar de renovação até a saída do ar de renovação 6; segunda câmara de umidificação 7 onde o ar de exaustão 1 recebe reforço de água pulverizada através de bicos aspersores 3 gerando ar adiabático supersaturado 8 ; trocador de calor ar-ar 9 funcionando como resfriador intermediário do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 8; câmara de condução 10 do ar de renovação 6 do trocador de calor ar-ar 9 até o trocador de calor ar-ar 5; terceira câmara de umidificação 11 onde o ar de exaustão 1 recebe o último reforço de de água pulverizada através de bicos aspersores 3 gerando ar adiabático supersaturado 12; trocador de calor ar-ar 13 funcionando como resfriador primário do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 12; câmara de condução 14 do ar de renovação 6 do trocador de calor ar-ar 13 até o trocador de calor ar-ar 9; câmara de condução 15 do ar de renovação 6 captado no ambiente externo até o resfriador primário 13; câmara de condução 16 do ar de exaustão 1 até sua saída do equipamento. Eletro-bomba 20, filtro de água 21 e rede hidráulica 22 instalados fora do corpo do equipamento; filtro de ar 18 na admissão do ar de exaustão 1 na câmara 2; eliminador de gotas 19 na saída do ar de

exaustão 1 que é descarregado na atmosfera 25, ou em condensadoras à ar 25; filtro de ar 18 na tomada de ar de renovação na câmara 15; eliminador de gotas 19 na saída do ar de renovação 6 na câmara 17 que é conduzido para o ambiente climatizado 23. Reservatório de água de reposição e de água do circuito adiabático que não evaporou 24; repositores de água 26.

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 passagens 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 pulverizada).

O mecanismo funcional do "Equipamento Removedor de Energia Térmica de um Fluxo de Ar por Intermédio de outro Fluxo de Ar Umidificado Através de Três Trocadores de Calor Ar-Ar Instalados em Série" está baseado em trocas seqüenciais de calor (energia térmica) entre os dois fluxos de ar sem que eles se toquem pois são separados entre si pelas placas que compõem o trocador de calor ar-ar. É de se notar que os processos são repetitivos para maximizar as trocas de calor e o sentido que os fluxos de ar percorrem no equipamento são contrários, pois a menor temperatura do ar de exaustão umidificado se obtém quando da sua entrada na primeira câmara de umidificação e portanto é também a última troca térmica do ar de insuflação antes de ser insuflado no ambiente climatizado.

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 renovação) 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 reforçada por imersão
5 em tinta para metal à base de água. Fechando os cantos do trocador são coladas cantoneiras nas arestas mediante vedação elástica.

O "Equipamento Removedor de Energia Térmica de um Fluxo de Ar por Intermédio de outro Fluxo de Ar Umidificado Através de Três Trocadores de Calor Ar-Ar Instalados em Série" é montado em linha, sendo composta
10 por três trocadores de calor ar-ar em série, que promovem a transferência térmica, sendo o resfriamento inicial do ar de renovação no trocador de calor ar-ar 13, resfriamento intermediário no trocador de calor ar-ar 9 e resfriamento final no trocador de calor ar-ar 5 para então ser insuflado no ambiente a ser climatizado. Já o ar de exaustão percorre os mesmos
15 trocadores de calor ar-ar em sentido contrário, pois na sua primeira troca térmica ele ao ser umidificado e supersaturado a primeira vez atinge as menores temperaturas antes de absorver energia térmica do ar de insuflação.

O ar de renovação, que é composto de 100% de massa de ar captado
20 externamente, percorre os trocadores de calor ar-ar instalados em série e cede energia térmica às placas do trocador de calor ar-ar. Estas, por sua vez, cederão a energia ganha do ar de insuflação ao ar de exaustão captado internamente, composto de 100% de massa deste ar e água pulverizada, que a resfria e umidifica. Após tal processo, resfriamento nos
25 trocadores de calor ar-ar, o ar de renovação, incorporado ou não a ar de recirculação, será resfriado e desumidificado por serpentinas de evaporação ou de água gelada do equipamento de ar condicionado convencional, e impulsionado por meio de ventilador, rede de dutos e elementos de difusão de ar até o ambiente climatizado.

30 Já o ar de exaustão captado internamente, após remover energia do ar de insuflação com auxílio da água pulverizada, como tem sua temperatura menor que a do ar externo no seu descarte, pode ser insuflado em condensadoras a ar de equipamentos de ar condicionado melhorando seu

rendimento, ou simplesmente descarregado no ambiente externo sem causar qualquer tipo de poluição.

A chave do funcionamento do equipamento é a evaporação da água pulverizada no ar de exaustão, pois para cada quilograma de água evaporar (mudança do estado líquido para o estado de vapor) são
5 necessários cerca de 580 quilocalorias de energia térmica e esta provém do ar de exaustão, pois por diferença de calor específico a água como tem calor específico maior que o calor específico do ar, ao entrar em atrito com o ar de exaustão absorve energia térmica do mesmo o que causa a sua
10 evaporação. O limite de evaporação é a saturação do ar de exaustão ao atingir 100% de umidade relativa. As gotas que não evaporarem serão arrastadas pelo ar de exaustão e percorrerão com o mesmo ar de exaustão as câmaras que lhes são destinadas no trocador de calor ar-ar da vez e uma parte ainda evaporará cada vez que o ar de exaustão absorver
15 energia térmica do ar de insuflação e sua umidade relativa ficar abaixo de 100%.

Esta dinâmica de trocas em série de energia entre os dois fluxos de ar (de exaustão e de renovação) faz com que possamos diminuir a capacidade dos equipamentos de refrigeração e proporcionar maiores renovações de
20 ar interno ou menor consumo de energia elétrica, 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 para movimentação e pulverização da água captada na bandeja, filtros de água e de ar, bicos aspersores de
25 água instalados internamente nas câmaras de umidificação para pulverizar a mesma com o propósito de facilitar a evaporação da mesma, ventiladores para movimentação dos dois fluxos de ar (de renovação e de exaustão) e eliminadores de gotas de água na saída dos dois fluxos de ar para capturar gotas de água que porventura sejam arrastadas pelos fluxos
30 de ar e que serão conduzidas ao reservatório situado na parte inferior do equipamento para que esta água seja reinserida no processo pela sua aspersão pela eletro-bomba promovendo economia pelo reaproveitamento total da água consumida no processo.

O equipamento está inserido em uma caixa construída com placas sustentáveis e recicladas de plástico e alumínio que são unidas por parafusos e resina plástica de vedação. Este processo fabril foi escolhido pela característica das placas de não propagar chama.

REIVINDICAÇÕES

- 1) "EQUIPAMENTO REMOVEDOR DE ENERGIA TÉRMICA DE UM FLUXO DE AR POR INTERMÉDIO DE OUTRO FLUXO DE AR UMIDIFICADO ATRAVÉS DE TRÊS TROCADORES DE CALOR AR-AR INSTALADOS EM SÉRIE" caracterizado por uma primeira câmara de admissão e umidificação 2 do ar de exaustão 1 captado no ambiente interno onde ocorre resfriamento e supersaturação 4 da massa do ar de exaustão 1 por efeito adiabático provocado pela pulverização de água através de bicos aspersores 3; trocador de calor ar-ar 5 funcionando como resfriador final do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 4; câmara de condução 17 do ar de renovação até a saída do ar de renovação 6; segunda câmara de umidificação 7 onde o ar de exaustão 1 recebe reforço de água pulverizada através de bicos aspersores 3 gerando ar adiabático supersaturado 8 ; trocador de calor ar-ar 9 funcionando como resfriador intermediário do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 8; câmara de condução 10 do ar de renovação 6 do trocador de calor ar-ar 9 até o trocador de calor ar-ar 5; terceira câmara de umidificação 11 onde o ar de exaustão 1 recebe o último reforço de de água pulverizada através de bicos aspersores 3 gerando ar adiabático supersaturado 12; trocador de calor ar-ar 13 funcionando como resfriador primário do ar de renovação 6 pelo fluxo de ar adiabático supersaturado 12; câmara de condução 14 do ar de renovação 6 do trocador de calor ar-ar 13 até o trocador de calor ar-ar 9; câmara de condução 15 do ar de renovação 6 captado no ambiente externo até o resfriador primário 13; câmara de condução 16 do ar de exaustão 1 até sua saída do equipamento. Eletro-bomba 20, filtro de água 21 e rede hidráulica 22 instalados fora do corpo do equipamento; filtro de ar 18 na admissão do ar de exaustão 1 na câmara 2; eliminador de gotas 19 na saída do ar de exaustão 1 que é descarregado na atmosfera 25, ou em condensadoras à ar 25; filtro de ar 18 na tomada de ar de renovação na câmara 15; eliminador de gotas 19 na saída do ar de renovação 6 na câmara 17 que é conduzido para

o ambiente climatizado 23. Reservatório de água de reposição e de água do circuito adiabático que não evaporou 24; repositor de água 26.

2) Caracterizado pela remoção de calor sensível (radiante) e calor latente (vapor de água) do ar de renovação (6) por uma mistura de ar de exaustão (1)

5 e de água pulverizada (3) em trocadores de calor do tipo ar-ar (5), (9) e (13) que possuem placas divisórias que impedem o contato direto entre os dois fluxos, mas transmitem energia (calor) do fluxo mais quente (renovação) para o fluxo mais frio (exaustão mais água) confeccionadas em material bom condutor de calor (alumínio, aço inox, cobre ou liga nobre, por exemplo) e que possuem
10 ressaltos estampados não coincidentes na montagem que servem de espaçadores entre as placas; os trocadores de calor (5), (9) e (13) promovem o fluxo de energia no sentido do ar de renovação (6) para o ar de exaustão (1) mais água evaporada por diferença de temperatura, de tal forma e eficiência que diminui a capacidade de refrigeração do equipamento de ar condicionado.

15 3) Caracterizado por mecanismo funcional que são os trocadores de calor em número de três (5), (9) e (13), 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
20 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 (1) com água pulverizada evaporada (3) e ar de renovação (6)) orientados a 90° entre si, onde trocam energia térmica sem se tocarem.

25 4) Caracterizado por montagem em série dos cubos (5), (9) e (13) que promovem trocas de energia térmica entre os dois fluxos de ar (de exaustão (1) com água pulverizada (3) e ar de renovação (6)) por diferença de temperatura, caracterizando reaproveitamento energético.

5) Caracterizado por funcionamento procedendo da seguinte forma: o ar de
30 renovação, que é composto de 100% de massa de ar captado externamente, percorre os trocadores de calor ar-ar instalados em série e cede energia

térmica às placas do trocador de calor ar-ar. Estas, por sua vez, cederão a energia ganha do ar de insuflação ao ar de exaustão captado internamente, composto de 100% de massa deste ar e água pulverizada, que a resfria e umidifica. Os três trocadores de calor ar-ar montados em série promovem a

5 transferência de energia térmica, sendo o resfriamento inicial do ar de renovação no trocador de calor ar-ar 13, resfriamento intermediário no trocador de calor ar-ar 9 e resfriamento final no trocador de calor ar-ar 5 para então ser insuflado no ambiente a ser climatizado. Já o ar de exaustão percorre os

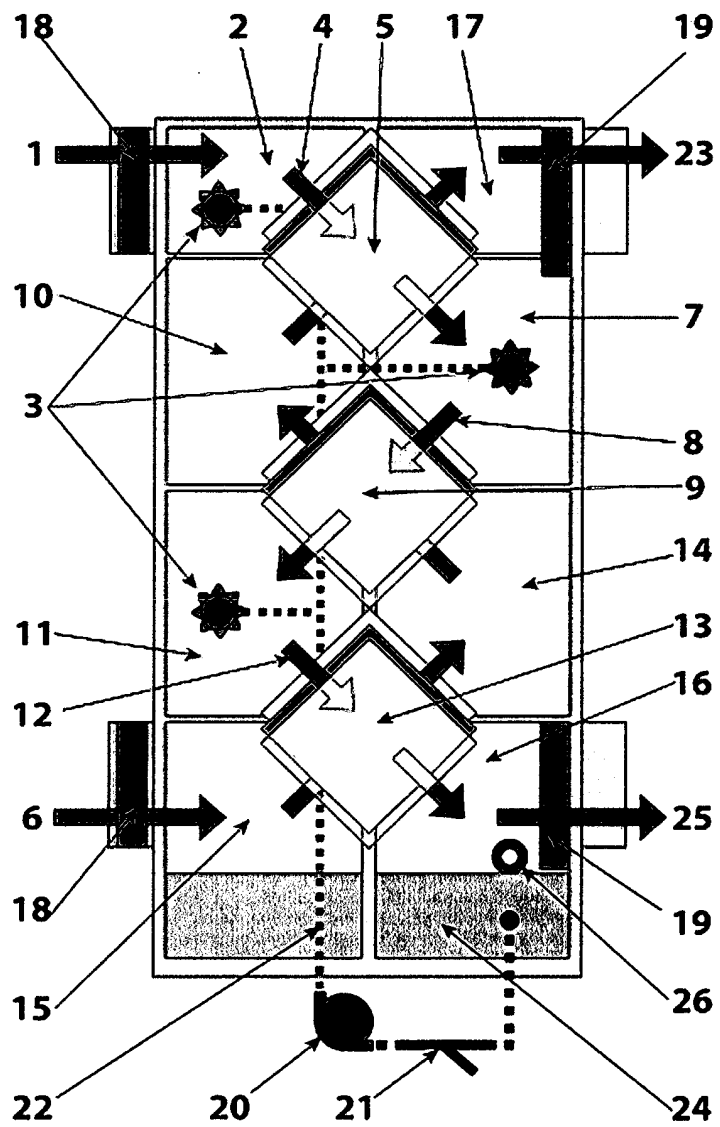
mesmos trocadores de calor ar-ar em sentido contrário, pois na sua primeira

10 troca térmica no trocador de calor ar-ar 5 ele ao ser umidificado e supersaturado a primeira vez atinge as menores temperaturas antes de absorver energia térmica do ar de insuflação.

6) Caracterizado por ser confeccionado em placas de alumínio e plástico reciclados e unidos por parafusos e resina plástica de vedação, materiais estes

15 que não propagam chama .

1/1
FIG 1



RESUMO

“EQUIPAMENTO REMOVEDOR DE ENERGIA TÉRMICA DE UM FLUXO DE AR POR INTERMÉDIO DE OUTRO FLUXO DE AR UMIDIFICADO ATRAVÉS DE TRÊS TROCADORES DE CALOR AR-AR INSTALADOS EM SÉRIE” é compreendido por três trocadores de calor ar-ar (5), (9) e (13) montados em série funcionando para reaproveitar o ar de exaustão já usado para climatizar o ambiente e que tem temperatura inferior à do ar de renovação, fazendo com que os seus caminhos (trajetórias) no equipamento sejam de sentidos opostos ; primeira câmara de umidificação 2 (pulverização de água) onde se atinge as temperaturas mais baixas do circuito do ar de exaustão 1; trocador de calor ar-ar 5 que é o resfriador final do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica para o ar de exaustão 1; segunda câmara de umidificação 7 do ar de exaustão 1 que promove supersaturação do mesmo; trocador de calor ar-ar 9 que é o resfriador intermediário do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica do mesmo para o ar de exaustão 1; terceira câmara de umidificação 11 do ar de exaustão 1 que promove supersaturação do mesmo; trocador de calor ar-ar 13 que é o resfriador primário do ar de renovação 6 com transporte de energia térmica para o ar de exaustão 1. Os trocadores de calor ar-ar 5, 9 e 13 bombeiam (promovem) fluxos constantes de energia térmica no sentido do ar de renovação 6 (mais quente) para o ar de exaustão 1 pulverizado com água (mais frio) por diferença de temperatura; construção em placas de alumínio e plástico reciclados e unidos por parafusos e resina plástica de vedação, materiais estes que não propagam chama e também os diversos diedros que compõem o equipamento conforme figura 3. A tecnologia própria do equipamento permite que ocorra intercâmbio de calor entre os dois fluxos de ar sem que se toquem.