



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017004829-9 B1



(22) Data do Depósito: 10/09/2015

(45) Data de Concessão: 27/12/2022

(54) Título: SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO, SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE GÁS E MÉTODO PARA ARREFECER AR DE SUPRIMENTO EM UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO

(51) Int.Cl.: F24F 6/02; F28C 3/06; F28C 3/08.

(30) Prioridade Unionista: 06/03/2015 US 14/641,106; 10/09/2014 US 62/048,541.

(73) Titular(es): MUNTERS CORPORATION.

(72) Inventor(es): PAUL A. DINNAGE.

(86) Pedido PCT: PCT US2015049418 de 10/09/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/040625 de 17/03/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/03/2017

(57) Resumo: SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO, SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE GÁS E MÉTODO PARA ARREFECER SUPRIMENTO DE AR EM UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO. Um sistema de arrefecimento evaporativo inclui uma unidade de arrefecimento primário que utiliza um fluido de arrefecimento fluindo através de um meio de troca de calor primário para arrefecer o suprimento de ar fluindo pelo meio de troca de calor primário, uma linha de purga e uma unidade de arrefecimento secundário disposta a montante da unidade de arrefecimento primário em relação a uma direção de fluxo do suprimento de ar. A unidade de arrefecimento primário inclui uma linha de fornecimento para fornecer o fluido de arrefecimento ao meio de troca de calor primário, um reservatório para recolher o fluido de arrefecimento fornecido ao meio de troca de calor primário, e uma bomba para recircular o fluido de arrefecimento recolhido no reservatório de volta para a linha de fornecimento. A linha de purga purgando uma parte do fluido de arrefecimento recirculando a partir da unidade de arrefecimento primário. A unidade de arrefecimento secundário inclui um meio de troca de calor secundário que recebe o fluido de arrefecimento purgado a partir da unidade de arrefecimento primário através da linha de (...).

"SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO, SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE GÁS E MÉTODO PARA ARREFECER AR DE SUPRIMENTO EM UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO"

Antecedentes da invenção

1. Campo da invenção

[0001] A presente invenção é dirigida a melhoramentos em sistemas de arrefecimento evaporativo, sistemas de ar condicionado que utilizam as leis termodinâmicas para arrefecer um fluido. Nomeadamente, uma alteração de um fluido a partir de uma fase líquida para uma fase de vapor pode resultar em uma redução na temperatura devido ao calor de vaporização envolvido na mudança de fase.

2. Antecedentes da técnica relacionada

[0002] Em um arrefecedor evaporativo típico, água doce é fornecida ou recirculada através de um trocador de calor e é vaporizada através da extração de calor do ar de suprimento fluindo através do trocador de calor. A maioria das formas disponíveis de água doce prontamente incluem vários contaminantes, sais e minerais dissolvidos mais notavelmente. Em um sistema de arrefecimento evaporativo de recirculação, a água em excesso fornecida para o trocador de calor que não tenha evaporada é recolhida em um reservatório e, em seguida, bombeada de volta para o trocador de calor. Conforme a água se evapora, a partir da troca de calor, minerais e sais dissolvidos na água doce permanecem, formando na concentração conforme o volume de água diminui. Água de compensação é fornecida ao sistema para compensar a água evaporada, mas os sais e minerais permanecem e podem tornar-se depositados sobre o trocador de calor como incrustações ("scalants") se a concentração é muito elevada.

[0003] A fim de moderar as altas concentrações de incrustações, a maioria dos dispositivos de arrefecimento evaporativo que usam a água incorpora uma purga de água para o dreno para controlar o teor de sal e mineral no reservatório. As técnicas para determinar uma quantidade efetiva de purga são variadas e bem conhecidas. Em geral, a quantidade de purga é dependente do nível de contaminação mineral na água de suprimento e na água química, mas varia de tão baixa como cerca de 10% da água de suprimento para muita água doce para tanto quanto 50% ou mais da água de suprimento onde o teor mineral é alto. Mesmo onde o tratamento químico é utilizado para estender a solubilidade dos minerais, a purga é ainda necessária para substituir a água saturada com minerais com água doce para evitar a incrustação dentro do processo evaporativo.

[0004] A Figura 3 representa um esquema de um arrefecedor evaporativo direto 100 típico. A água, ou outro líquido de arrefecimento adequado, é recirculada a partir de um reservatório 110 através de uma linha de suprimento 112 para um distribuidor 116 usando uma bomba 114. O distribuidor 116 de forma uniforme distribui a água fornecida ao longo de um trocador de calor, tal como um bloco ("pad") evaporativo 118. O ar de suprimento 124 é passado através do bloco, onde é arrefecido e umidificado para sair como ar arrefecido 126. A água alimentada a partir do distribuidor 16 flui para baixo através do bloco e se evapora conforme se encontra com o ar de suprimento quente 124. Uma corrente de purga controlada pela válvula 120, por exemplo, é removida do sistema por meio de purga ou linha de dreno 121 para o dreno 122 para controlar o acúmulo de mineral na água. Água de compensação

doce é adicionada conforme necessário a partir de suprimento de água 128 para substituir a água evaporada e purgada. A água de compensação pode ser controlada por uma válvula de boia ou outro dispositivo de detecção de nível (não mostrado) provido no reservatório 110.

[0005] A Figura 4 representa um arrefecedor evaporativo indireto típico, neste exemplo, um arrefecedor de fluido 200. O arrefecedor de fluido 200 inclui um alojamento 202 tendo entradas de ar 204 e uma saída de ar 206. Um coletor 210 que funciona como um reservatório está disposto na parte inferior do alojamento 202. Um trocador de calor 218, tendo uma entrada de fluido 218-1 e uma saída de fluido 218-2, está disposto acima do coletor 210. A água, ou outro fluido de arrefecimento adequado, é retirada a partir do coletor 210 através da linha de suprimento 212 usando uma bomba 214. A água bombeada é fornecida a uma cabeça de pulverização 216, a qual pulveriza água sobre o trocador de calor 218 de modo a retirar calor do trocador de calor. A água pulverizada é recolhida no coletor 210. Tal como no arrefecedor evaporativo direto, a fim de controlar a concentração de sais e minerais na água de arrefecimento, uma válvula de purga 220 é provida na linha de suprimento 212 a fim de purgar a água de arrefecimento através da linha de purga 221 ao dreno 222. O ar é aspirado através das entradas de ar 204 e para fora da saída de ar 206 usando uma ventoinha 230 acionada por um motor 232 através de uma correia. O fluido a ser arrefecido é fornecido ao trocador de calor 218 através da entrada 218-1 e descarregado através da saída 218-2.

[0006] Em operação, conforme mostrado na Figura 4, o ar frio 226 é primeiro passado ao longo da superfície externa do

trocador de calor 218, através do qual flui um fluido quente a ser arrefecido. O fluido a ser arrefecido pode ser um líquido tal como a água, ou um gás, tal como ar. O trocador de calor 218 é pulverizado com uma corrente de água recirculada utilizando a linha de suprimento 212, a bomba 214 e a cabeça de pulverização 216 e uma corrente de ar é gerada, de forma simultânea, para fluir sobre a superfície do trocador de molhada para evaporar a água e produzir arrefecimento do fluido primário dentro do calor trocador. Como no caso do sistema evaporativo direto, uma purga ou água a partir do reservatório de recirculação é necessária para evitar o acúmulo de mineral. A água de compensação é adicionada a partir do suprimento 228 para repor a água evaporada e purgada.

[0007] Em ambos os sistemas de arrefecimento evaporativo direto e indireto, a água da purga é dirigida para o dreno e é de outra forma, não utilizada. Do mesmo modo podendo resultar em desperdício substancial de água de arrefecimento. Este desperdício pode aumentar significativamente o custo de funcionamento do sistema e também colocar uma sobrecarga significativa no suprimento de água, particularmente, em áreas onde a água doce é escassa.

Sumario da invenção

[0008] A presente invenção pode melhorar a eficiência e eficácia dos sistemas de arrefecimento evaporativo, utilizando a purga da água de arrefecimento em um processo de arrefecimento suplementar.

[0009] A presente invenção pode utilizar a água de purga para prover uma parte do trabalho evaporativo e reduzir a perda de água no dreno e, assim, a quantidade total de água

consumida pelo sistema de arrefecimento evaporativo.

[0010] A presente invenção pode prover uma alternativa para o pré-tratamento de água ou tratamento químico tal como um meio de redução das necessidades de água de purga e, assim, o uso de água total. Podendo ser usado sozinho ou em conjunto com outras técnicas.

[0011] Em um aspecto da presente invenção, um sistema de arrefecimento evaporativo inclui uma unidade de arrefecimento primário que utiliza um fluido de arrefecimento fluindo através de um meio de troca de calor primário para arrefecer o ar de suprimento fluindo pelo meio de troca de calor primário, uma linha de purga e uma unidade de arrefecimento secundário disposta a montante da unidade de arrefecimento primário em relação a uma direção de fluxo do ar de suprimento. A unidade de arrefecimento primário inclui uma linha de suprimento para fornecer o fluido de arrefecimento para o meio de troca de calor primário, um reservatório de retorno para recolher o fluido de arrefecimento fornecido ao meio de troca de calor primário e uma bomba para recircular o fluido de arrefecimento recolhido no reservatório de volta para a linha de suprimento. A linha de purga é configurada para drenar uma parte do fluido de arrefecimento recirculando a partir da unidade de arrefecimento primário. A unidade de arrefecimento secundário inclui um meio de troca de calor secundário configurado para receber o fluido de arrefecimento de purga a partir da unidade de arrefecimento primário através da linha de purga.

[0012] Em outro aspecto da presente invenção, um sistema de condicionamento de gás inclui uma unidade de condicionamento primário, uma linha de purga e uma unidade de

condicionamento secundário. A unidade de condicionamento primário é configurada para condicionar um gás fluindo através da mesma e utiliza um fluido de condicionamento para condicionar o gás fluindo. A linha de purga é configurada para a purga de uma parte do fluido de condicionamento a partir da unidade de condicionamento primário. A unidade de condicionamento secundário é disposta a montante da unidade de condicionamento primário em relação a uma direção de fluxo do gás e utiliza o fluido de condicionamento da purga a partir da unidade de condicionamento primário através da linha de purga para pré-condicionar o gás fluindo.

[0013] Ainda em outro aspecto da presente invenção, um método de arrefecimento de ar de suprimento em um sistema de arrefecimento evaporativo inclui o fornecimento de fluido de arrefecimento para um meio de troca de calor primário, a purga de uma parte do fluido de arrefecimento fornecido para o meio de troca de calor primário, suprimento do fluido de arrefecimento da purga para um meio de troca de calor secundário, e fluir o ar de suprimento através do meio de troca de calor primário e o meio de troca de calor secundário.

[0014] Estes e outros aspectos e vantagens tornam-se evidentes quando a descrição que se segue for lida em conjunto com os desenhos anexos.

Breve descrição dos desenhos

[0015] A Figura 1 é uma vista esquemática de um sistema de arrefecimento evaporativo de uma primeira concretização da presente invenção;

[0016] A Figura 2 é uma vista em perspectiva do meio de remoção de água modificado utilizado na presente invenção;

[0017] A Figura 3 é uma vista esquemática de um sistema de arrefecimento evaporativo direto típico; e

[0018] A Figura 4 é uma vista esquemática de um sistema de arrefecimento evaporativo indireto típico.

Descrição detalhada das concretizações preferidas

[0019] Em um sistema da presente invenção, a água da purga de um arrefecedor evaporativo é utilizada para arrefecer o ar entrando na seção evaporativa de um sistema de arrefecimento evaporativo típico, tal como um sistema acima descrito em relação às Figuras 3 e 4. Isto é conseguido através da passagem da água da purga sobre o meio de remoção de água, que é em si uma seção de arrefecimento evaporativo direto. O meio de remoção de água arrefece e umedece o ar antes de entrar em um processo de arrefecimento evaporativo principal descrito acima.

[0020] O dispositivo de arrefecimento evaporativo seguindo os meios de remoção de água pode ser de qualquer tipo, incluindo, conforme discutido acima, o tipo evaporativo direto, onde a água é evaporada ao ar como um meio para arrefecer o ar e do tipo evaporativo indireto, onde a água é evaporada em uma corrente de ar como um meio para arrefecer um terceiro fluido contido em um trocador de calor que é umedecido na zona de arrefecimento evaporativo e até mesmo uma torre de arrefecimento, onde a água é evaporada para uma corrente de ar como um meio para arrefecer um suprimento de água.

[0021] A Figura 1 é uma vista esquemática de um sistema de arrefecimento evaporativo de uma primeira concretização da presente invenção. O sistema de arrefecimento evaporativo 300 utiliza um dos arrefecedores evaporativos diretos ou

indiretos típicos descritos em relação às Figuras 2 e 3, o qual é utilizado como um aparelho de arrefecimento primário. O aparelho de arrefecimento primário selecionado é esquematicamente mostrado pelos números de referência 100, 200 na Figura 1. Tal como nos aparelhos de arrefecimento evaporativo típicos, o sistema da primeira concretização da presente invenção inclui um coletor ou reservatório 310, linha de suprimento 312, bomba 314 e distribuidor ou cabeça de pulverização 342. Estes componentes são usados para fornecer água ou outro fluido de arrefecimento adequado para o evaporador primário do aparelho, ou seja, um bloco evaporativo 18 ou trocador de calor 218.

[0022] A fim de reduzir a concentração de minerais e sais na água de arrefecimento, o sistema da concretização atual utiliza uma válvula de purga 320 e uma linha de purga 321 para purgar uma fração da água de arrefecimento. Através da purga de uma fração da água de arrefecimento, a quantidade residual de minerais e sais no fluido de arrefecimento pode ser minimizada, evitando assim o desenvolvimento de incrustação sobre o bloco evaporativo primário 118 ou trocador de calor 218.

[0023] Como nos exemplos de arrefecimento evaporativo típicos, na presente concretização, a água de arrefecimento flui para baixo do bloco evaporativo primário 118, ou trocador de calor 218, e é recolhida no coletor 310 para ser recirculada pela bomba 314 de volta para o distribuidor ou cabeça de pulverização 342. Conforme o nível de água no coletor diminui devido à evaporação e a purga, água de compensação pode ser fornecida ao reservatório ou coletor 310 a partir do suprimento de água 328, que é controlado por uma

válvula de boia (não representada) ou de qualquer outro dispositivo adequado.

[0024] Como referido acima, a quantidade de purga da linha de suprimento 312 é determinada pela válvula de purga 320. Na presente concretização, a válvula de purga 320 é variável e controlável por um controlador 330. O controlador 330 pode ser qualquer microcontrolador de sistemas adequado. Os parâmetros da válvula de purga podem estar presentes e ajustados de acordo com as condições do sistema. Como um exemplo, um medidor ou sonda 332 de sólidos dissolvidos totais (TDS) pode ser provido em algum lugar no circuito de recirculação da água de arrefecimento, tal como no coletor 310, para determinar a quantidade de sólidos dissolvidos no líquido de arrefecimento. Um sinal a partir do medidor TDS 332 para o controlador 330 pode ser analisado de modo que o controlador 330 controle a válvula de purga 320 para purgar uma maior percentagem de água de arrefecimento conforme aumenta a quantidade de sólidos detectados.

[0025] Ao contrário dos sistemas de arrefecimento evaporativo típicos das Figuras 3 e 4, a água da purga a partir da linha de suprimento 312 na linha de purga 321 não flui diretamente para o dreno 322. Pelo contrário, a água da purga é alimentada a partir da linha de purga 321 para os meios evaporativos auxiliares ou bloco 340 via distribuidor 342. Os meios evaporativos auxiliares 340 também são referidos como meios de remoção de água ou meios de sacrifício. Os meios evaporativos auxiliares 340 são dispostos a montante do aparelho de arrefecimento evaporativo 100, 200 em relação ao fluxo de ar a ser arrefecido. O fluxo de ar 323 entrando nos meios evaporativos auxiliares 340 é

arrefecido e umidificado conforme a corrente de ar 324 que passa através do bloco evaporativo primário 118 ou trocador de calor 218. O ar que flui através do aparelho de arrefecimento evaporativo primário 100, 200 é arrefecido e umidificado adicionalmente em um processo de arrefecimento evaporativo primário e expelido como fluxo de ar de exaustão 326. Através do pré-arrefecimento do ar usando os meios evaporativos auxiliares 340 antes de entrar no processo de arrefecimento evaporativo primário, a água de purga que normalmente não seria eliminada no dreno, é usada para pré-arrefecer o ar e permitir uma melhor eficiência e eficácia do sistema de arrefecimento evaporativo.

[0026] A água da purga que passa sobre os meios de remoção de água 340 é reduzida em volume e aumentada no teor mineral conforme ela se evapora. Conforme isso ocorre, incrustações ("scale") serão depositadas sobre os meios de remoção de água 340. Dependendo da configuração da válvula de purga 320, o volume de água pode ser reduzido à zero através da completa evaporação antes de sair dos meios de remoção de água 340. Qualquer água que não evapora e passe completamente através dos meios de remoção de água 340 não é retornada ao coletor, mas direcionada ao dreno 322. Esta água residual terá um teor mineral muito elevado e irá deixar para trás uma quantidade substancial de minerais e sais nos meios evaporativos. Como tal, os meios irão eventualmente tornar-se pesados com paredes espessas e incrustadas e será necessária a substituição ou limpeza.

[0027] A este respeito, é preferido um meio ou bloco 340 de arrefecimento evaporativo de baixa eficiência, descartável ou lavável que pré-trata (pré-arrefece) o ar que entra no

dispositivo de arrefecimento evaporativo primário e é umedecido pela água da purga. Os meios são concebidos para serem descartáveis ou limpos conforme os minerais irão se depositando sobre a superfície conforme a água se evapora. As aberturas nos meios são projetadas com uma dimensão de poro grande o suficiente para compensar o encolhimento que ocorre conforme o aumento da incrustação avança.

[0028] Preferencialmente, a eficiência de bulbo úmido dos meios de pré-tratamento é selecionada de modo que a maior parte de toda a água de purga seja evaporada antes que possa sair dos meios. Dependendo da taxa de água de purga para a água de compensação no sistema de arrefecimento evaporativo, a eficiência do bulbo umedecido dos meios deve ser entre cerca de 10 e 50%, a maior da taxa de purga, a maior da eficiência evaporativa requerida.

[0029] Pode não ser prático evaporar a água a partir dos meios de sacrifício ou bloco em todos os momentos. Isto poderia ser devido, de forma notável, não para o dimensionamento dos meios, conforme descrito em detalhe abaixo, mas devido aos efeitos transitórios do sistema onde o excesso de água, de forma intermitente, é aplicado aos meios de sacrifício e não todo excesso se evapora. Poderia haver muitas razões para isso. As razões mais notáveis referem-se ao tempo de resposta do sistema de controle. De forma geral, um sistema de controle irá purgar a água com base na taxa de evaporação que ocorreu no passado. Se, por exemplo, a umidade do ar aumenta rapidamente até à saturação, o controlador irá ainda tentar purgar a água para os meios de sacrifício, mas o ar não terá capacidade para evaporar a água e remover os sólidos. Outro exemplo é onde a distribuição de água nos

meios evaporativos não é suficientemente homogênea, possivelmente desenvolvendo problemas de manutenção. Sob essas condições, áreas maiores do que a concepção dos fluxos de distribuição de água podem não ser capazes de evaporar completamente o fluxo, resultando na interrupção através da purga nas áreas dos meios. Durante estes períodos, especialmente onde o sistema foi concebido para completamente evaporar a água da purga, pode ser melhor direcionar o excesso de água de elevado teor mineral de volta para o coletor principal.

[0030] Se isso for feito, devem ser tomadas precauções adicionais. Se as situações acima existirem durante um período de tempo suficiente, a própria purga não irá ser capaz de remover, de forma suficiente, os sólidos a partir do sistema de recirculação. O bloco de sacrifício pode também começar a atuar para remover, de forma seletiva, tais sais de mineral de solubilidade inferior e sais à base de sílica e cálcio, enquanto não precipitam para fora de sais de solubilidade superior, tais como sais à base de cloreto ou de sódio, ou outros contaminantes no suprimento de água que podem ter regulamentos relativos à concentração máxima possível para descarte em uma corrente de água residual.

[0031] Nos sistemas concebidos como tais, para proteger contra o acúmulo destes minerais altamente solúveis, podem ser montados um sistema de purga secundário que direciona a água diretamente ao dreno. Esta purga deve ser baseada em um segundo critério de purga diferente da purga primária acima descrita. Exemplos do método de controle seriam para operar a purga de uma maneira tradicional no momento quando o TDS está acima de um segundo nível de concentração mais elevado, ou se

a purga primária não é capaz de responder e corrigir a concentração de TDS ao longo de um determinado período de tempo, ou através da detecção da presença da concentração de um dos minerais altamente solúveis e purga para o dreno quando esta excede um determinado limite.

[0032] Ciclos de concentração (CoC) é uma medida que compara o nível de sólidos da água de recirculação ao nível de sólidos da água de compensação não tratada original. Por exemplo, se a água de circulação tem quatro vezes a concentração de sólidos do que a da água de compensação, então os ciclos de concentração serão 4. Para um determinado ciclo de concentração, pode ser calculada a eficiência do arrefecedor evaporativo de pré-tratamento preferido. Para ilustrar este ponto, as tabelas a seguir descrevem as taxas de evaporação e taxas de purga dadas em um sistema de tratamento de 1.000 scfm de ar com meios evaporativos com um índice de eficiência de 85%.

[0033] A Tabela 1 descreve as condições do ar à medida que elas mudam conforme o ar percorre primeiro a partir de uma entrada com as condições de 95°F de bulbo seco e 75°F de bulbo úmido através de 85% de eficiência dos meios evaporativos. Nesta tabela não existe o bloco de remoção de água, de modo que a eficiência que é dada ao bloco é 0%. Na tabela, as unidades de fluxo de ar são ambas padrões pés cúbicos por minuto (scfm) e libras por hora (lb/h), as unidades de fluxo de água são lb/h, as unidades para a umidade são grãos por libra (gr/lb) e as temperaturas do bulbo seco (db) e do bulbo úmido (wb) estão em graus F.

Tabela 1

Exemplo 1: Eficiência evaporativa de remoção de água= 0%

Fluxo de ar	1000	scfm		
Fluxo de ar	4500	lb/h		
Ciclos de concentração	2,2			
Eficiência do bloco de remoção de água	0%			
Eficiência evaporativa direta	85%			
	Entrada de ar	Após a remoção de água	Arrefecedor evaporativo direto	Notas
db	95	95	78	
wb	75	75,0	75	
gr/lb	99,1	99,1	126,9	
Água evaporada (lb/h)		0,0	17,9	
Purga para o bloco de remoção de água (lb/h)			14,9	Purga= taxa evap./ (CoC -1)
Água para dreno (lb/h)		14,9		
Ciclos resultantes		2,2		(taxa evap./taxa de purga) +1

[0034] Na tabela acima, a eficiência evaporativa (Evap) ou Eficiência de bulbo úmido é definida como (Temperatura de ar entrando - temperatura do ar que sai de um trocador evaporativo adiabático) - (Temperatura de ar entrando - temperatura de bulbo úmido de ar entrando). Por definição comum, a taxa de purga para um ciclo de concentração definido pode ser calculada pela fórmula da purga= Taxa de Evaporação/(CoC-1). No exemplo acima, o ar é arrefecido e umidificado de 95°F db, 75°F wb, 99 gr/lb a 78°F db, 75°F wb e 127 gr/lb. Os resultados de arrefecimento evaporativo em

uma evaporação de 17,9 lb por hora. A fim de manter os ciclos de concentração desejados em 2,2, 14,9 lb/h de água são necessárias para ser coduzidas ao dreno.

[0035] Em um segundo exemplo, o sistema está equipado com um bloco de remoção de água com um índice de eficiência de 25%. A tabela a seguir mostra os resultados do ar movendo através do sistema.

Tabela 2

Exemplo 2: Eficiência evaporativa de remoção de água= 25%

Fluxo de ar	1000	scfm		
Fluxo de ar	4500	lb/h		
Ciclos de concentração	2,2			
Eficiência do bloco de remoção de água	25%			
Eficiência evaporativa direta	85%			
	Entrada de ar	Após a remoção de água	Arrefecedor evaporativo direto	Notas
Eficiencia evaporativa				
db	95	90	77,25	
wb	75	75,0	75	
gr/lb	99,1	107,2	128,1	
Água evaporada (lb/h)		5,2	13,5	
Purga para o bloco de remoção de água (lb/h)			11,2	Purga= taxa evap./ (CoC - 1)
Água para o dreno (lb/h)		6,0		
Ciclos resultantes		4,1		(taxa evap./taxa de purga) +1

[0036] Neste exemplo, o ar primeiro é exposto ao bloco de remoção de água onde a sua temperatura é primeiro reduzida de 95°F a 90°F e a sua umidade aumentada de 99 gr/lb a 107 gr/lb

antes da sua entrada no trocador de arrefecimento evaporativo direto primário. No trocador, a sua temperatura e umidade são ainda mais reduzidas para 77°F e 128 gr/lb. Como o bloco de remoção de água foi feito de certa forma com algum do trabalho de arrefecimento evaporativo, a quantidade de água evaporada no trocador primário foi reduzida de 17,9 lb/h para 13,5 lb/h. A fim de manter o coletor do trocador primário com um dos ciclos de concentração de 2,2, 11,2 lb/h deve ser purgado. Esta água, no entanto, não vai para o dreno, mas é alimentada para o bloco de remoção de água, onde 5,2 lb são evaporadas. As restantes 6,0 lb por hora são conduzidas para o dreno e o CoC resultante é aumentado de 2,2 a 4,1. Em um terceiro exemplo, a eficiência dos meios de remoção de água é adicionalmente aumentada para 35%.

Tabela 3

Exemplo 3: Eficiência evaporativa de remoção de água= 35%

Fluxo de ar	1000	scfm		
Fluxo de ar	4500	lb/h		
Ciclos de concentração	2,2			
Eficiência do bloco de remoção de água	35%			
Eficiência evaporativa direta	85%			
	Entrada de ar	Após a remoção de água	Arrefecedor evaporativo direto	Notas
db	95	88	77	
wb	75	75,0	75	
gr/lb	99,1	110,5	128,6	
Água evaporada (lb/h)		7,3	11,7	
Purga para o bloco de remoção de água (lb/h)			9,7	Purga= taxa evap./ (CoC - 1)
Água para o dreno (lb/h)		2,4		
Ciclos resultantes		9,0		(taxa evap./taxa de purga) +1

[0037] Neste exemplo, através do aumento da eficiência do bloco de remoção de água a taxa de evaporação a partir do trocador primário é adicionalmente reduzida para 11,7 lb/h, resultando em uma purga para os meios de remoção de água de 9,7 lb/h, das quais 7,3 lb são evaporadas. As restantes 2,4 lb/h de água que deixam os meios de remoção de água e vão para o dreno representam um CoC de 9 para o rendimento do arrefecedor evaporativo.

[0038] Tomando a análise para a esta conclusão, aumentando a eficiência evaporativa dos meios de remoção de água para 42% resulta em nenhuma água restante para ir para o dreno e

um CoC resultante aproximando ao infinito.

Tabela 4

Exemplo 4: Eficiência evaporativa de remoção de água= 42% -
purga evaporada

Fluxo de ar	1000	scfm		
Fluxo de ar	4500	lb/h		
Ciclos de concentração	2,2			
Eficiência do bloco de remoção de água	41,65%			
Eficiência evaporativa direta	85%			
	Entrada de ar	Após a remoção de água	Arrefecedor evaporativo direto	Notas
Eficiência evaporativa				
db	95	86,7	76,8	
wb	75	75,0	75,0	
gr/lb	99,1	112,7	129,0	
Água evaporada (lb/h)		8,7	10,5	
Purga para o bloco de remoção de água (lb/h)			8,7	Purga= taxa evap./ (CoC - 1)
Água para o dreno (lb/h)		0,0		
Ciclos resultantes		1343615		(taxa evap./taxa de purga) +1

[0039] Como é mostrado por estes exemplos, através da adaptação da eficiência de remoção de água para o CoC e a carga evaporativa principal, a taxa de evaporação de pré-tratamento pode ser feita para coincidir com a taxa de purga do evaporador principal. Alternativamente, mesmo que a eficiência elevada dos meios possa ser usada para garantir que mais ou toda a água seja evaporada, mas a um maior custo de queda de pressão e maior custo de capital.

[0040] Nos exemplos acima, a eficiência evaporativa total do sistema é aumentada pela adição de blocos de remoção de água cada vez mais eficientes. Outra abordagem é reduzir a eficiência do trocador primário conforme a eficiência do bloco de remoção de água é aumentada. No exemplo abaixo, a combinação de um bloco de remoção de água de eficiência de 39% acoplado com um trocador primário de eficiência de 77% resulta em ar sendo condicionado a 78°F db, tal como no Exemplo 1, mas sem nenhuma água de purga resultante.

Tabela 5

Exemplo 5: Rendimento da eficiência evaporativa total para igualar a concepção inicial

Fluxo de ar	1000	scfm		
Fluxo de ar	4500	lb/h		
Ciclos de concentração	2,2			
Eficiência do bloco de remoção de água	39%			
Eficiência evaporativa direta	77%			
	Entrada de ar	Após a remoção de água	Arrefecedor evaporativo direto	Notas
db	95	87	78	
wb	75	75,0	75,0	
gr/lb	99,1	111,9	127,2	
Água evaporada (lb/h)		8,2	9,9	
Purga para o bloco de remoção de água (lb/h)			8,2	Purga= taxa evap./ (CoC - 1)
Água para o dreno (lb/h)		0,0		
Ciclos resultantes		1908		(taxa evap./taxa de purga) +1

[0041] Um protótipo inicial foi criado para testar o

método e dispositivo do prototípico. Um módulo de arrefecedor evaporativo concebido para tratar 10.000 scfm de ar foi posicionado ao ar livre no clima quente de verão em San Antonio, TX. O arrefecedor incluído nos meios de arrefecimento evaporativo, em particular, Munxers GLASdek 7060, meios de arrefecimento evaporativo de enchimento estruturado de 8" de profundidade como o bloco de arrefecimento evaporativo primário, um coletor com válvula de enchimento por boia, uma bomba de recirculação para aplicar água continuamente ao topo do bloco GLASdek e uma ventoinha para aspirar o ar através do arrefecedor. O sistema também foi equipado com um controlador de condutividade e uma válvula de purga a fim de controlar os sólidos dissolvidos totais (TDs) no coletor.

[0042] A análise de água para o distrito de água de San Antonio (SAWS) foi utilizada para conduzir uma avaliação do índice de incrustação Puckorius para determinar os ciclos apropriados de concentração (CoC). A Tabela 6 abaixo apresenta os valores contidos no relatório de qualidade da água do SAWS:

Tabela 6

Análise da água de compensação		
Constituinte	Entrada o usuário	Unidades
Ca (como CaCO_3) *	67,00	mg/l, ppm
Mg (como CaCO_3)	14,20	mg/l, ppm
Alcalinidade T (como CaCO_3) *	220,00	mg/l, ppm
Condutividade	604	$\mu\text{S/cm}$, $\mu\text{mhos/cm}$
pH**	7,70	unidades
Temperatura da água ($^{\circ}\text{F}$) * (ajust. p/ Administrador)	70,00	($^{\circ}\text{F}$)
Sílica (como SiO_2)=	0,50	mg/l, ppm
Cloreto (como Cl_2)=	20,00	mg/l, ppm
Fosfato (como PO_4)=	0,5	mg/l, ppm
Ferro (como Fe)	0,05	mg/l, ppm
Magnésio (como Mn)=	14,20	mg/l, ppm
Bário (como Ba)=	0,00	mg/l, ppm
Fluoreto (como Fl)=	0,10	mg/l, ppm
Sulfato (como SO_4)=	25	mg/l, ppm
Sódio (como Na)=	10	mg/l, ppm

[0043] Dada a avaliação do índice de incrustação Puckorius na Tabela 7 abaixo, foi decidido definir os ciclos de concentração para o teste a 2,2. O valor de 2,2 foi escolhido como este está um pouco acima do ideal, mas ainda estável e iria proporcionar uma longa vida do trocador primário de livre incrustação.

Tabela 7

	# de ciclos	Cálcio (como CaCO ₃)	Mg (como CaCO ₃)	Talco (como CaCO ₃)	Conduti- vidade (mmho/cm)	pH (Estimado)	Água Temp. (Fº)	SiO ₂ (como tal)	Cloreto (como tal)	Fosfato (como tal)	Fluoreto (como tal)	Sulfato (como tal)	Índice Puckorius	Tendência de incrustação
Valores máximos recomendados para circulação de água		Índice incrus- tação acionado	Sem limite	Índice incrus- tação acionado	Índice incrus- tação acionado	6,8-9,5	95	125	400	10	10		6-7	
Água doce	1,00	67,0	14,20	230,0	604,0	7,7	70,0	0,50	20,00	0,50	0,10	25,00	7,51	Incrustação dissolvendo ligeiramente
Ciclos redu- zidos	1,63	108,9	23,09	250,5	982,0	8,4	70,0	0,81	32,52	0,81	0,16	40,64	7,00	Incrustação dissolvendo muito ligeiramente
Ciclos ideais	2,02	135,5	28,71	311,6	1221,2	8,5	70,0	1,01	40,44	1,01	0,20	50,55	6.50	Ideal
Ciclos elevados	2,51	168,5	35,70	387,4	1518,6	8,6	70,0	1,26	50,29	1,29	0,25	62,86	6,00	Água estável

[0044] No momento do teste, a água entrando no TDS foi medida como sendo 250 ppm, de modo que o controlador de condutividade foi fixado a 550 ppm para alcançar o CoC desejado. O sistema foi executado com medidores de água em ambas as linhas de enchimento e purga para confirmar que uma quantidade apropriada de água, aproximadamente 45%, foi de purga a fim de manter o coletor do TDS em 550 ppm.

[0045] Em seguida, o sistema foi equipado com meios de arrefecimento evaporativo CELDEK 7060 de 2" de profundidade no fluxo de entrada de ar como os meios de arrefecimento evaporativos auxiliares. Outros tipos de meios evaporativos podem também ser utilizados, tais como blocos de álamo feitos de tecelagem aleatória de madeira de raspada de álamo, no entanto, considerações de concepção favoreceriam a utilização de um enchimento evaporativo estruturado tal como CELdek devido à queda de pressão baixa e aberturas de ar de tamanho consistente que irão proporcionar o acúmulo de incrustação consistente e repetitivo com efeito negligenciável na queda de pressão de ar. A água da purga que foi usada para controlar o coletor principal do TDS foi direcionada para a parte superior destes meios. Qualquer água que deixou a parte inferior dos blocos foi medida e direcionada ao dreno.

[0046] O desempenho evaporativo dos meios auxiliares (meios de remoção de água) foi analisado. Sobre a maioria da face dos meios, água completamente evaporada a partir da superfície dos meios antes dela poder sair da parte inferior para o dreno, enquanto que nas áreas onde o suprimento de água distribuído ao topo dos meios foi acima da média, uma parte da água seria para a parte inferior dos meios e para o dreno. Apesar dessa deficiência, o valor líquido da água

deixando o bloco para o dreno foi reduzido de 45% (CoC 2,2) para aproximadamente 10% (CoC 10).

[0047] O peso dos meios pode ser monitorado ao longo do tempo para medir o acúmulo de incrustações e determinar quanto tempo eles podem ser capazes de serem utilizados antes de eles terem de ser substituídos ou limpos. No exemplo, após uma semana de operação não houve acúmulo de incrustação perceptível sobre os meios auxiliares. Após um mês, leve incrustação podia ser vista, mas sem o bloqueio das passagens de ar dos meios. A estimativa do peso da incrustação que os meios CELdek pode conter e a economia de purga de água indicam que os meios podem prover uma temporada inteira de arrefecimento (3-6 meses) sem substituição. Podem também ser usados meios com maior teor de retenção de incrustação, ou meios produzidos a partir de materiais poliméricos ou outros materiais que possam ser limpos.

[0048] No exemplo, a água da purga não foi uniformemente distribuída ao topo dos meios auxiliares (de remoção de água). Preferivelmente, no entanto, a distribuição de água de purga para o topo dos meios de remoção de água é feita tão uniforme quanto possível, de modo que o fluxo através da face seja uniforme e nenhuma canalização ocorra. A canalização do fluxo de água permite que o excesso de fluxo saia como a purga do sistema nas áreas de alto fluxo, o que é prejudicial para o desempenho do sistema.

[0049] Além disso, preferivelmente, os meios de remoção de água são formados como uma matriz de pequenas seções de meios modulares 340-1, conforme mostrado na Figura 2. As seções de meios modulares 340-1 são, preferivelmente, montadas com um mecanismo que permite que elas sejam facilmente

intercambiáveis, tal como a estrutura 341. Como a profundidade dos meios é pequena, a resistência dos meios para resistir à força do fluxo de ar é baixa. Seções modularizadas menores em estruturas simples permitirão o suporte completo dos meios e fornecerá a fácil intercambiabilidade. Adicionalmente, através da modularização a face dos meios, apenas aquelas seções com o teor mais elevado de incrustação, iriam precisar de substituição reduzindo os custos progressivos. Isso é importante, pois se espera que a parte superior dos meios irá se incrustar mais rapidamente e, portanto, necessitará de ser substituída com maior frequência.

[0050] Deve ser notado que em aplicações de aperfeiçoamento, os meios de remoção de água podem ser adicionados a face de entrada existente do arrefecedor evaporativo primário. Isto, naturalmente, cria queda de pressão adicional e com isso custos operacionais extras. Para sistemas concebidos com os meios de remoção de água como parte do sistema inicial, o desempenho evaporativo dos meios de remoção de água pode ser incluído no desempenho do sistema, reduzindo assim a necessidade de desempenho na superfície evaporativa primária. De um modo tal, o sistema pode ser concebido sem qualquer aumento substancial na queda de pressão, enquanto do aumento do CoC, reduzindo assim o consumo de água por um amplo fator.

[0051] Um método de controle envolve a detecção da localização de uma linha seco para úmido nos meios de remoção de água. De forma ideal, os meios devem estar úmidos próximo a sua borda inferior, com a menor parte seca. A umidade dos meios pode ser determinada mais facilmente através de um

sensor 350 que tanto mede a temperatura dos meios, de forma direta ou óptica, ou mede a temperatura do ar saindo dos meios.

[0052] Outra abordagem para controlar é dimensionar a eficiência dos meios de remoção de água acima do requerido pela análise do CoC adequado para a dada qualidade da água. A água da purga pode então ser alimentada aos meios de remoção de água a uma taxa que apenas permite que a água de purga atinja a borda de saída dos meios. A presença de água pode ser monitorada pelo método de temperatura descrito acima ou através da utilização de um sistema de detecção de presença de água. Como a eficiência dos meios de remoção de água foi superdimensionada, mais água de purga terá sido tomada a partir do coletor principal do que o necessário e o nível de mineral no coletor será abaixo do teor máximo especificado.

[0053] Deve ser notado que alguns sistemas de arrefecimento evaporativo não incluem um coletor e bomba de recirculação. Ao contrário, a água doce é aplicada à seção evaporativa e qualquer excesso de água que não é evaporado no processo é direcionado ao dreno. Estes sistemas "abertos" ("once-through") aplicam, de forma intencional, o excesso de água de modo que os minerais na água não excedem um limite que irá permitir a formação de incrustações conforme a água se evapora durante o processo. Assim, de forma ideal, a água saindo do sistema é de teor mineral praticamente saturado e de pequeno volume. Nestes casos, o excesso de água que sai do sistema com elevado teor mineral pode ser utilizado do mesmo modo como a água de purga nos exemplos acima. Ele pode ser usado para tratar os meios de remoção de água para reduzir ou eliminar o seu volume da mesma maneira como a água de purga

descrita no exemplo de água recirculada. Portanto, o termo "purgamento" pode ser utilizado para conotar tanto a purga de uma parte de fluido de arrefecimento recirculando através de uma unidade de arrefecimento primário bem como a coleta do fluido de arrefecimento "aberto" ("once-through") e fornecendo o fluido coletado para a unidade de arrefecimento secundário.

[0054] O sistema de arrefecimento auxiliar da presente invenção não é exclusivamente para uso com os arrefecedores evaporativos diretos e indiretos. Qualquer sistema que cria purga ou resíduo de fluido e que poderia se beneficiar da utilização que o fluido em um processo de pré-condicionamento pode ser incluído dentro do escopo da invenção. Deve ser notado que em sistemas evaporativos indiretos, a carga de calor e, assim, a taxa de evaporação primária não é necessariamente dependente das condições do ambiente do ar dentro do qual a água está sendo evaporada. Nestes sistemas, o calor está sendo transferido a partir de uma carga de calor dentro do trocador para uma segunda corrente de ar, a corrente de ar sequestrante. Quando o ar sequestrante (ou o arrefecimento) é seco, ele terá uma grande capacidade para evaporar a água de purga a partir dos meios de sacrifício, conforme o ar passa sobre eles no trajeto para o arrefecimento do trocador de calor. Quando o ar sequestrante tem uma umidade relativa elevada, a quantidade de água de purga que pode ser evaporada nos meios de sacrifício é limitada. Neste caso, um bloco de sacrifício com uma eficiência evaporativa muito elevada pode ser insuficiente para evaporar toda a água de purga.

[0055] Assim, por sistemas evaporativos indiretos onde a

carga sendo arrefecida é separada das condições de ar de sacrifício, meios de sacrifício ideais não podem ser calculados. Assim, eles podem ser benéficos para aumentar a eficiência do bloco evaporativo até 95% como a taxa de água de purga sendo proporcional à carga evaporativa que é agora provavelmente mais elevada do que o potencial de evaporação adiabático disponível do fluxo de ar de arrefecimento.

[0056] Assim, foi mostrado e descrito novos e úteis sistemas de arrefecimento evaporativo. Embora a presente invenção tenha sido exemplificada para fins de ilustração e descrição por referência a certas concretizações específicas, será evidente aos técnicos no assunto que são possíveis várias modificações, alterações e equivalentes dos exemplos ilustrados.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de arrefecimento evaporativo, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma unidade de arrefecimento primário (100, 200) que utiliza um fluido de arrefecimento fluindo através de um meio de troca de calor primário (118, 218) para arrefecer o ar de suprimento fluindo pelo meio de troca de calor primário (118, 218), a unidade de arrefecimento primário (100, 200) incluindo uma linha de suprimento (312) para fornecer o fluido de arrefecimento para o meio de troca de calor primário (118, 218), um reservatório de retorno (310) para coletar o fluido de arrefecimento fornecido para o meio de troca de calor primário (118, 218) e uma bomba (314) para recirculação do fluido de arrefecimento coletado no reservatório (310) de volta para a linha de suprimento (312);
- uma linha de purga (321) configurada para purgar uma parte do fluido de arrefecimento recirculando a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200); e
- uma unidade de arrefecimento secundário (340) disposta a montante da unidade de arrefecimento primário (100, 200) em relação a uma direção de fluxo do ar de suprimento, a unidade de arrefecimento secundário (340) compreendendo um meio de troca de calor secundário (340) configurado para receber a purga do fluido de arrefecimento a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200) através da linha de purga (321).

2. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de arrefecimento primário (100, 200) compreender um arrefecedor evaporativo direto (100).

3. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de arrefecimento primário (100, 200) compreender um arrefecedor evaporativo indireto (200).

4. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o meio de troca de calor secundário (340) compreender meios de arrefecimento evaporativo.

5. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o meio de troca de calor secundário (340) ser de forma modular, com cada módulo (340-1) do meio de troca de calor secundário (340) sendo substituível individualmente.

6. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda um controlador (330) para controlar a dimensão da parte de recirculação do fluido de purga do arrefecimento a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200).

7. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o controlador (330) detectar uma condição de água recirculada e, conseqüentemente, controlar a dimensão da parte do fluido de purga do arrefecimento recirculando a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200).

8. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de compreender ainda um sensor (350) utilizado no controle da dimensão do fluido de purga a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200) através da detecção de uma medida inferior a qual o fluido de purga do arrefecimento a partir da unidade de

arrefecimento primário (100, 200) atinge no meio de troca de calor secundário (340) e o controlador (330) controlando a taxa do fluxo de água através do trocador secundário (340) de modo que a medida inferior atinja um nível predeterminado.

9. Sistema de arrefecimento evaporativo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o meio de troca de calor secundário (340) ser selecionado e a parte do fluido de purga do arrefecimento recirculando a partir da unidade de arrefecimento primário (100, 200) sendo controlada de tal modo que toda a parte purgada do fluido de arrefecimento recirculando seja evaporada na unidade de arrefecimento secundário (340).

10. Sistema de condicionamento de gás, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma unidade de condicionamento primário (100, 200) configurada para condicionar um gás fluindo através da mesma, a unidade de condicionamento primário (100, 200) utilizando um fluido de condicionamento para condicionar o gás fluindo;
- uma linha de purga (321) configurada para purgar uma parte do fluido de condicionamento a partir da unidade de condicionamento primário (100, 200); e
- uma unidade de condicionamento secundário (340) disposta a montante da unidade de condicionamento primário (100, 200) em relação a uma direção de fluxo do gás, a unidade de condicionamento secundário (340) utilizando o fluido de condicionamento da purga a partir da unidade de condicionamento primário (100, 200) através da linha de purga (321) para o pré-condicionamento do gás fluindo.

11. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a unidade de

condicionamento primário (100, 200) compreender um arrefecedor evaporativo direto (100).

12. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a unidade de condicionamento primário (100, 200) compreender um arrefecedor evaporativo indireto (200).

13. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a unidade de condicionamento secundário (340) pré-condicionar o gás fluindo pelo arrefecimento do gás fluindo através do meio de arrefecimento evaporativo que utiliza o fluido de condicionamento recebido através da linha de purga (321).

14. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o fluido de condicionamento ser recirculado através da unidade de condicionamento primário (100, 200) e a linha de purga (321) purgando a parte da recirculação do fluido de condicionamento a partir da unidade de condicionamento primário (100, 200).

15. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender ainda um controlador (330) para controlar a dimensão da parte da recirculação do fluido de condicionamento da purga a partir da unidade de condicionamento primário (100, 200).

16. Sistema de condicionamento de gás, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de compreender ainda meios de arrefecimento evaporativo (340) providos na unidade de condicionamento secundário (340) e um sensor (350) para detectar uma extensão inferior a qual alcança a purga do fluido de condicionamento a partir da unidade de condicionamento primário (100, 200) e sendo recebida pelo

meio de arrefecimento evaporativo (340).

17. Método para arrefecer suprimento de ar em um sistema de arrefecimento evaporativo, o método caracterizado pelo fato de compreender:

- fornecer fluido de arrefecimento para um meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218);
- purgar (321) uma parte do fluido de arrefecimento fornecido para o meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218);
- fornecer a purga do fluido de arrefecimento para um meio de troca de calor evaporativo secundário (340); e
- fluir o ar de suprimento através do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218) e do meio de troca de calor evaporativo secundário (340).

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o fluido de arrefecimento ser coletado e recirculado através do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218) e o purgamento purgar a parte do fluido de arrefecimento recirculando a partir do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218).

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de compreender ainda controlar a dimensão da parte do fluido de purga do arrefecimento recirculando a partir do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218).

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o meio de troca de calor evaporativo secundário (340) compreender meios de arrefecimento evaporativo e a evaporação do fluido de arrefecimento fornecido aos meios de arrefecimento evaporativo sendo utilizada para pré-arrefecer o ar fluindo através dos meios de arrefecimento evaporativo

antes de fluir através do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218).

21. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de compreender ainda detectar (350) uma extensão inferior a qual atinge o fluido de purga do arrefecimento a partir do meio de troca de calor evaporativo primário (118, 218) e fornecido ao meio de troca de calor evaporativo secundário (340).

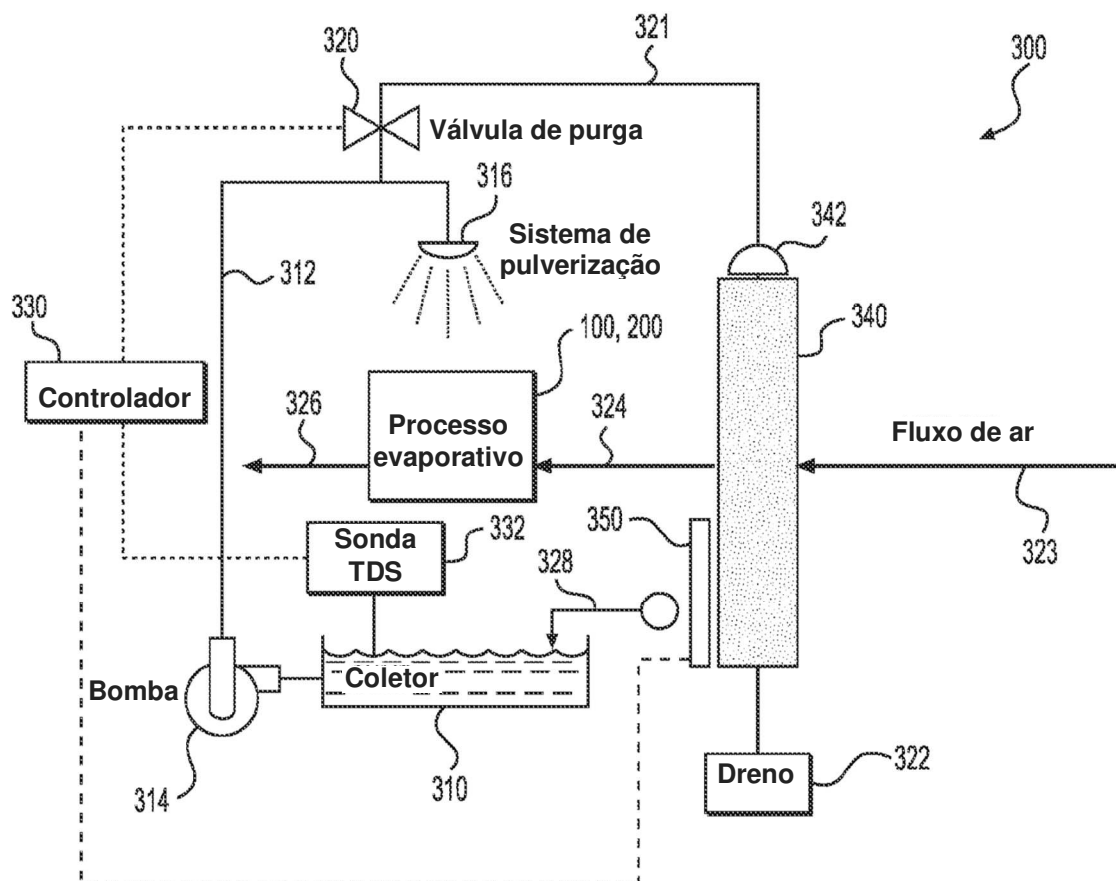


FIG.1

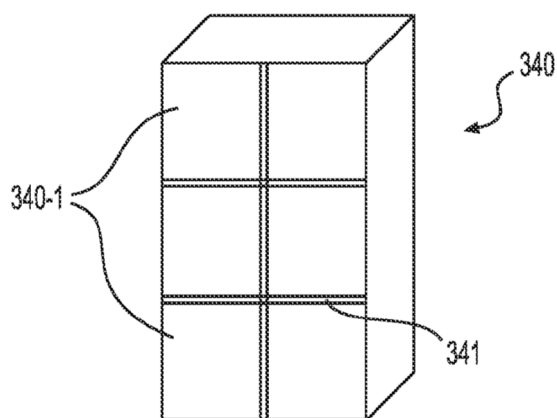


FIG.2

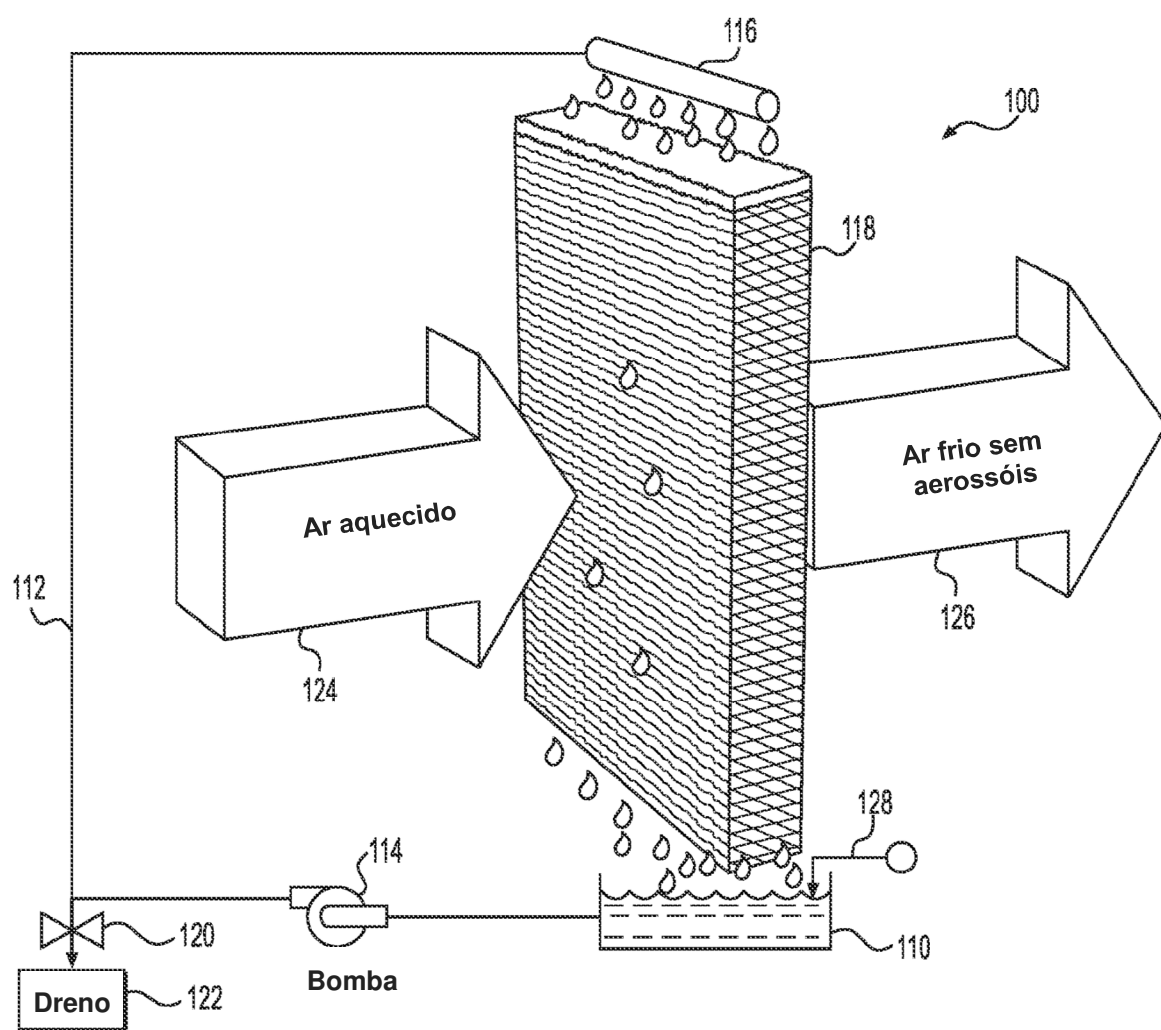


FIG.3
TÉCNICA ANTERIOR

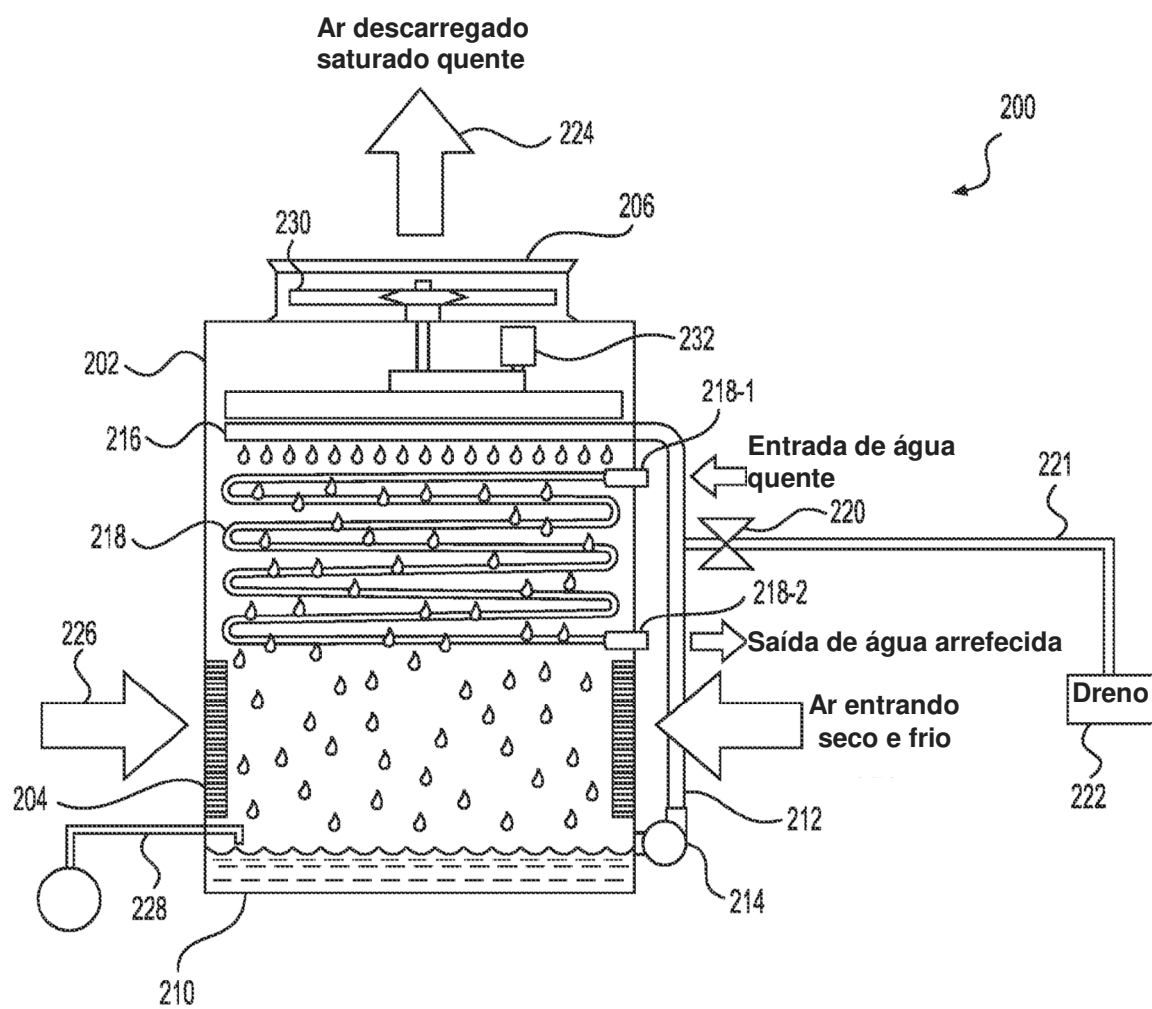


FIG.4
TÉCNICA ANTERIOR