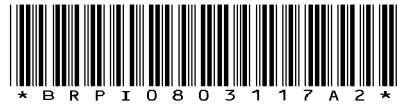




República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0803117-7 A2**



\* B R P I O 8 0 3 1 1 7 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 28/07/2008  
(43) Data da Publicação: 08/06/2010  
(RPI 2057)

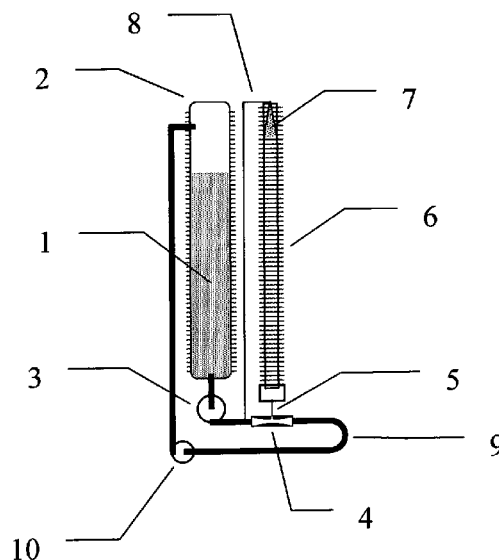
(51) *Int.Cl.:*  
F25B 23/00  
F25B 39/02  
F25B 41/06

(54) Título: **SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR EJEÇÃO BIFÁSICA**

(73) Titular(es): Francisco Alberony Moreira de Vasconcelos Filho

(72) Inventor(es): Francisco Alberony Moreira de Vasconcelos Filho

(57) Resumo: Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, que funciona por ejeção de vapor obtida pelo bombeamento do próprio fluido refrigerante líquido através de ejetores tipo Venturi, ocasionando a diminuição de pressão que é utilizada para evaporar o refrigerante contido no evaporador. Ao passar pelos ejetores, o aumento da velocidade do fluxo de refrigerante líquido produz uma diminuição de pressão devido ao efeito Bernoulli. Os ejetores são conectados ao evaporador e a baixa pressão obtida provoca a evaporação de parcela do líquido refrigerante que é aspergida no interior do evaporador. A vaporização é obtida tanto pela ação da diminuição da pressão ocorrida nos ejetores, quanto pelo calor retirado do ambiente refrigerado em contato com as paredes externas do evaporador à medida que o refrigerante líquido evapora, proporcionando o desejado efeito de refrigeração. O refrigerante ejetado do evaporador é arrastado pela mesma corrente do fluxo de refrigerante líquido e é levado ao reservatório de refrigerante, onde condensa por ação do pequeno aumento de pressão decorrente do bombeamento. Por não utilizar compressor, este sistema não produz calor residual significativo, dispensando o uso de condensador.





## RELATÓRIO DESCRITIVO

### SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR EJEÇÃO

**BIFÁSICA.** A presente patente refere-se ao Sistema de Refrigeração por

Ejeção Bifásica. Este sistema funciona por ejeção de vapor obtida pelo

5 bombeamento do próprio fluido refrigerante líquido através de ejetores tipo

Venturi, proporcionando a diminuição de pressão utilizada para evaporar o

refrigerante contido no evaporador, provocando efeito de refrigeração. Por

não utilizar compressor em seu ciclo, este sistema não produz calor residual

significativo, dispensando, conseqüentemente, o uso de condensador. Tais

10 características permitem maior economia de energia e a instalação do

sistema inteiramente dentro do próprio ambiente refrigerado, dotando-o de

portabilidade.

Os sistemas de refrigeração atuais produzem grande quantidade

de calor durante a produção de vapor do fluido refrigerante, calor este que

15 tem que ser dissipado para que o vapor retorne à fase líquida. É inerente a

esses sistemas de refrigeração a produção de calor e sua posterior

dissipação, para que haja alternância entre as fases líquida e vapor do

refrigerante empregado em seus ciclos.

Nos sistemas de refrigeração por compressão de vapor a maior

20 parte da energia utilizada é gasta na compressão do vapor do refrigerante

que sai do evaporador, o que produz elevada quantidade de calor. Uma

outra grande parcela da energia é utilizada para dissipar o calor decorrente

da compressão, de modo a liquefazer o vapor do refrigerante comprimido

antes de esse retornar ao evaporador, na fase líquida. Significa dizer que a

25 maior parte da energia utilizada nesse sistema é desperdiçada na

compressão e na condensação do vapor do refrigerante.

Nos sistemas de refrigeração por absorção, o calor tem que ser aduzido a uma solução para separar dessa solução o refrigerante, em forma de vapor. Em seguida esse calor aduzido tem que ser retirado do vapor do refrigerante, de modo que este retorne à fase líquida antes de adentrar no evaporador, para depois ser novamente absorvido. Tomando como exemplo um sistema de absorção que utilize solução água-amônia, o calor aduzido evapora a amônia contida nessa solução, separando-a da água. Posteriormente, há que se retirar o calor contido no vapor de amônia para liquefazê-la, antes de a amônia ser levada ao evaporador. A água, ao absorver a amônia que sai do evaporador na fase de vapor, igualmente produz calor, o qual tem que ser também retirado da solução água-amônia então produzida.

O Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, objeto da presente patente, não produz quantidade de calor significativa. Seu funcionamento é feito através do bombeamento do próprio refrigerante líquido através de um conjunto de ejetores tipo Venturi em paralelo. Ao passar pelos ejetores, o aumento da velocidade do fluxo de refrigerante líquido produz uma diminuição de pressão devido ao efeito Bernoulli. Os ejetores são conectados ao evaporador e a diminuição da pressão obtida nos ejetores provoca a evaporação de parcela do líquido refrigerante que é aspergida no interior do evaporador. Essa vaporização é obtida tanto pela ação da diminuição da pressão ocorrida nos ejetores, quanto pelo calor retirado do ambiente refrigerado em contato com as paredes externas do evaporador à medida que o refrigerante líquido evapora, proporcionando o desejado efeito de refrigeração. O refrigerante ejetado do evaporador, na fase vapor, é arrastado pela mesma corrente do fluxo de refrigerante líquido

que o ejetou e é levado a um reservatório de refrigerante, onde volta à fase líquida por ação do pequeno aumento de pressão decorrente do bombeamento do refrigerante para este reservatório. Além disso, a ínfima quantidade de calor produzida por esse pequeno aumento de pressão é  
5 retirada pelo próprio ambiente refrigerado, fazendo com que o vapor do refrigerante condense e se misture com o refrigerante líquido existente no reservatório de refrigerante, voltando a circular no sistema.

O Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica tem vantagens como o fato de permitir economizar energia, uma vez que esta não é  
10 dissipada em forma de calor. Por não possuir compressor nem produzir calor significativo, não há necessidade de condensador e o sistema pode ser instalado dentro do próprio ambiente refrigerado, uma vez que não há elementos externos dissipadores de calor. Esta característica permite a construção de sistemas de refrigeração portáteis, sem qualquer conexão  
15 com o ambiente externo. Adicionalmente, traz como vantagem uma menor quantidade de peças, já que o sistema não tem compressor nem condensador, o que além de simplificar a construção do equipamento, diminui seus custos de produção. Da mesma forma, por não necessitar de elementos externos de dissipação de calor, a instalação do sistema torna-se  
20 mais simples e econômica.

O Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica objeto da presente patente funciona de acordo com o esquematizado na **Fig. 1**, apresentado de forma simplificada para facilitar a compreensão.

O fluido refrigerante na fase líquida (1) contido no reservatório  
25 de refrigerante (2) é bombeado pela bomba principal (3) e flui através do ejetor (4) tipo Venturi. O aumento da velocidade do fluido no ejetor (4)

ocasiona uma diminuição de pressão pelo efeito Bernoulli. A tubulação de ejeção (5) conecta o ejetor (4) ao evaporador (6) permitindo que refrigerante que está no interior do evaporador (6) seja evaporado e sugado pelo ejetor (4), devido à diminuição da pressão ocorrida. O refrigerante  
5 contido no evaporador (6) é aspergido pelo aspersor (7), após ser conduzido pela tubulação de aspersão (8), de modo a otimizar a evaporação do mesmo, através do aumento da área de contato do líquido pela atomização de gotículas do refrigerante, as quais entram em contato com as paredes aletadas do evaporador (6), retirando assim calor do ambiente  
10 refrigerado, enquanto o refrigerante líquido evapora. Após ser evaporado e sugado pelo ejetor (4), o refrigerante vapor entra no fluxo do refrigerante líquido e retorna, através da tubulação de retorno (9) para a bomba de retorno (10), a qual leva a mistura líquido/vapor para o reservatório de refrigerante (2). Pelo efeito do pequeno aumento de pressão combinado  
15 com o resfriamento da mistura líquido/vapor em contato com as paredes do reservatório de refrigerante (2) com o próprio ambiente refrigerado, o vapor retorna à fase líquida (1), reiniciando o ciclo do sistema. O ambiente refrigerado pode ser líquido, atmosférico ou gasoso e seu mecanismo de circulação pode ser do tipo circulação forçada ou por convecção, similar  
20 aos diversos modelos já existentes e de acordo com o projeto e o emprego do sistema de refrigeração em suas variadas aplicações. O mecanismo de circulação não está representado nas figuras.

A **Fig. 2** apresenta o Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica objeto da presente patente de forma completa, com o conjunto de múltiplos  
25 ejetores (4') tipo Venturi, tubulações de ejeção (5') e de aspersores (7'), sendo o evaporador (6') constituído de uma série de tubos em contato com

aletas condutoras de calor, além dos outros elementos já descritos acima (1 a 10).

A **Fig. 3** apresenta em detalhe o ejetor (4) tipo Venturi e a tubulação de ejeção (5), ampliados.

5 O Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica pode ser fabricado com os mais diversos tipos de materiais, dimensões e capacidades, bem como pode ser empregado em qualquer tipo de refrigeração industrial, comercial ou residencial, utilizado em condicionamento de ar, refrigeração, freezers, frigoríficos etc., sem que  
10 saia do âmbito de proteção da presente patente.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, caracterizado por empregar o bombeamento de refrigerante líquido em ejetores tipo Venturi para reduzir a pressão no evaporador e evaporar o refrigerante líquido aspergido no evaporador, provocando o efeito de refrigeração;  
5
2. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por evaporar o refrigerante líquido aspergido no evaporador através da diminuição de pressão provocada pelo bombeamento de refrigerante líquido através de ejetores tipo Venturi,  
10 provocando efeito de refrigeração pela retirada de calor do ambiente refrigerado em contato com o evaporador;
3. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo bombeamento do próprio fluido refrigerante líquido através de ejetores tipo Venturi conectados ao  
15 evaporador pela tubulação de evaporação do refrigerante contido no evaporador;
4. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, de acordo com as reivindicações 1, 2 e 3, caracterizado por carrear o refrigerante vapor proveniente do evaporador por intermédio da corrente de refrigerante  
20 líquido bombeado através de ejetores tipo Venturi, através da redução de pressão obtida pelo efeito Bernoulli;
5. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 e 4, caracterizado por evaporar o refrigerante aspergido no evaporador através da redução de pressão obtida com o  
25 bombeamento de refrigerante líquido em ejetores tipo Venturi, carreando o refrigerante evaporado na corrente de refrigerante líquido, levando o

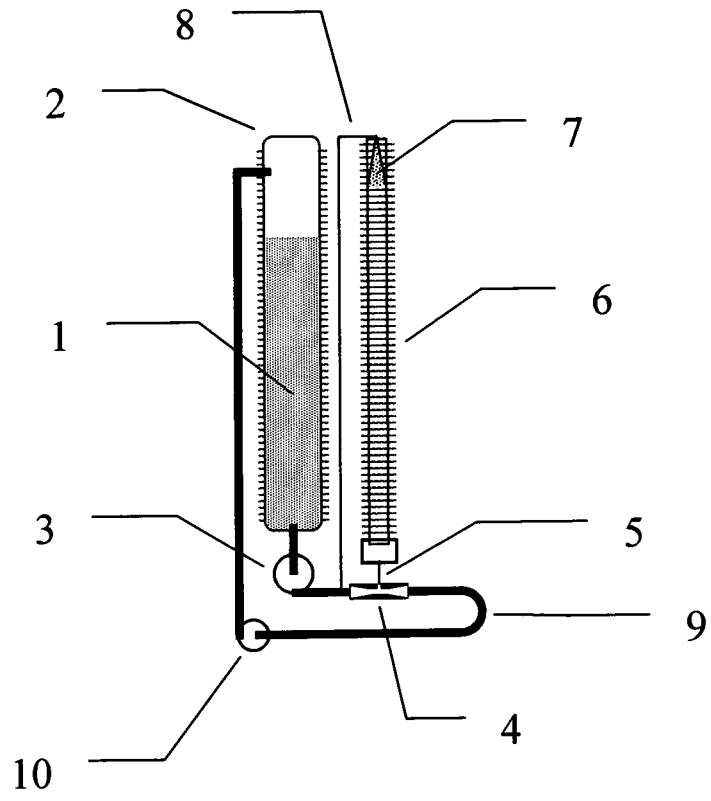
refrigerante vapor ao reservatório de refrigerante onde o pequeno acréscimo de pressão decorrente do próprio bombeamento do refrigerante e da redução da temperatura obtida pelo contato com as paredes do reservatório de refrigerante com o ambiente refrigerado condensa a porção

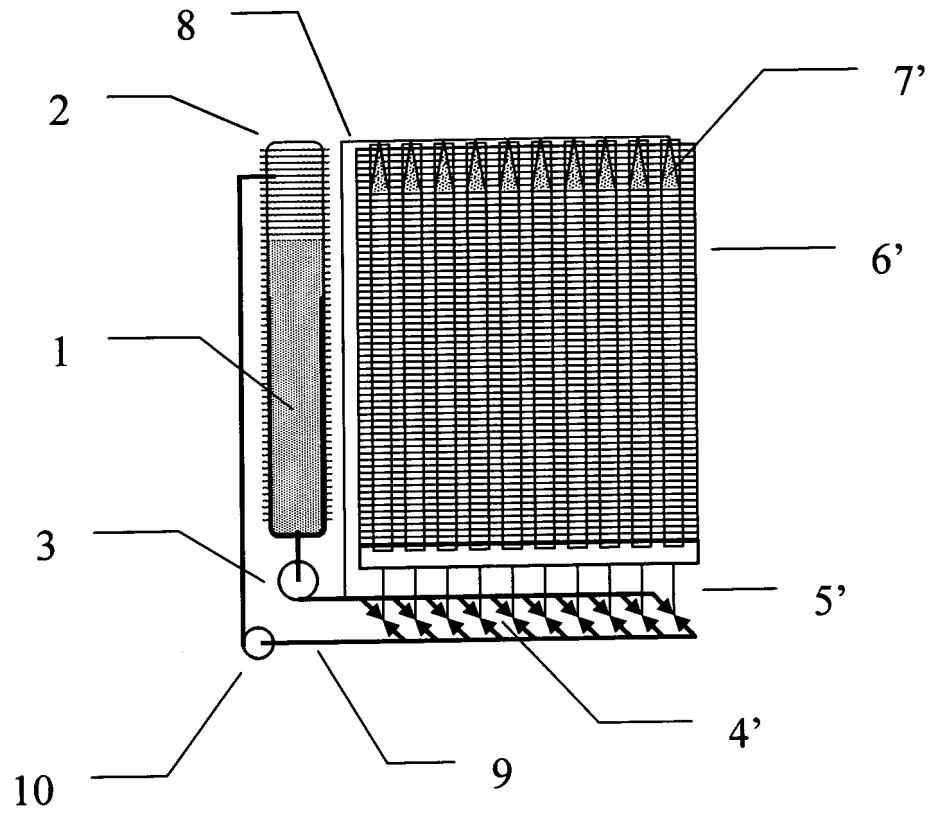
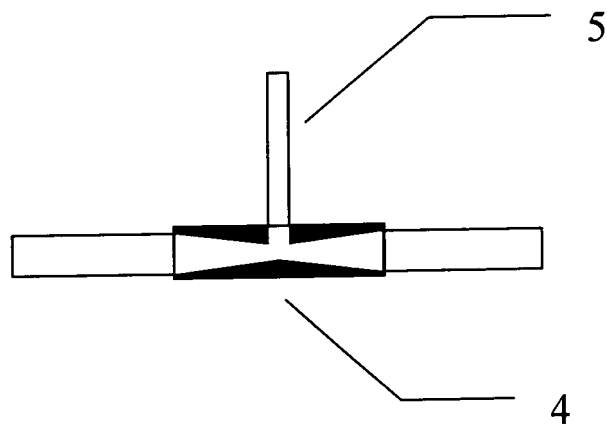
5 vapor do refrigerante;

6. Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4 e 5, caracterizado por condensar o refrigerante evaporado através do pequeno acréscimo de pressão decorrente do bombeamento do refrigerante líquido em conjunto com refrigerante vapor

10 carregado, adicionado ao efeito da retirada de calor por contato com as paredes do reservatório de refrigerante e destas com o ambiente refrigerado.

**Fig. 1**



**Fig. 2****Fig. 3**

## RESUMO

Patente de Invenção: **“SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR EJEÇÃO BIFÁSICA”**.

Sistema de Refrigeração por Ejeção Bifásica, que funciona por  
5 ejeção de vapor obtida pelo bombeamento do próprio fluido refrigerante  
líquido através de ejetores tipo Venturi, ocasionando a diminuição de  
pressão que é utilizada para evaporar o refrigerante contido no evaporador.  
Ao passar pelos ejetores, o aumento da velocidade do fluxo de refrigerante  
líquido produz uma diminuição de pressão devido ao efeito Bernoulli. Os  
10 ejetores são conectados ao evaporador e a baixa pressão obtida provoca a  
evaporação de parcela do líquido refrigerante que é aspergida no interior do  
evaporador. A vaporização é obtida tanto pela ação da diminuição da  
pressão ocorrida nos ejetores, quanto pelo calor retirado do ambiente  
refrigerado em contato com as paredes externas do evaporador à medida  
15 que o refrigerante líquido evapora, proporcionando o desejado efeito de  
refrigeração. O refrigerante ejetado do evaporador é arrastado pela mesma  
corrente do fluxo de refrigerante líquido e é levado ao reservatório de  
refrigerante, onde condensa por ação do pequeno aumento de pressão  
decorrente do bombeamento. Por não utilizar compressor, este sistema não  
20 produz calor residual significativo, dispensando o uso de condensador.