



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

(21) BR 112020008564-2 A2



(22) Data do Depósito: 03/10/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 06/10/2020

(54) Título: COMPOSIÇÃO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE RESFRIAMENTO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE AQUECIMENTO, MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE R-410A E SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

(51) Int. Cl.: C09K 5/04; C10M 171/00.

(30) Prioridade Unionista: 02/02/2018 US 62/625,373; 12/10/2017 US 62/571,460.

(71) Depositante(es): THE CHEMOURS COMPANY FC, LLC.

(72) Inventor(es): JOSHUA HUGHES; BARBARA HAVILAND MINOR.

(86) Pedido PCT: PCT US2018054085 de 03/10/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/074734 de 18/04/2019

(85) Data da Fase Nacional: 29/04/2020

(57) Resumo: De acordo com a presente invenção, são reveladas composições refrigerantes. As composições compreendem uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂. As composições são úteis como refrigerantes em processos para produzir resfriamento e aquecimento, em métodos para substituir o refrigerante R-410A, e em sistemas de refrigeração, de condicionamento de ar ou de bomba de calor. Estas composições da invenção equiparam-se à capacidade de resfriamento de R-410A dentro de $\pm 10\%$ com GWP menor que 400 ou menor que 300.

**"COMPOSIÇÃO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE RESFRIAMENTO,
PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE AQUECIMENTO, MÉTODO DE
SUBSTITUIÇÃO DE R-410A E SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR"**

ANTECEDENTES

1. CAMPO DA REVELAÇÃO.

[0001] A presente revelação se refere a composições para uso em sistemas de refrigeração, de condicionamento de ar ou de bomba de calor. As composições da presente invenção são úteis em métodos para a produção de esfriamento e aquecimento, e em métodos para substituição de refrigerantes e em aparelho de refrigeração, de condicionamento de ar e de bomba de calor.

2. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA.

[0002] A indústria de refrigeração tem trabalhado nas últimas décadas para encontrar refrigerantes substitutos para os clorofluorcarbonetos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs) destruidores de ozônio, como resultado do Protocolo de Montreal. A solução para a maioria dos produtores de refrigerantes tem sido a comercialização de refrigerantes à base de hidrofluorcarboneto (HFC). Estes refrigerantes de HFC, incluindo HFC-134a, R-32 e R-410A, dentre outros, sendo os mais amplamente usados neste momento, têm um potencial zero de depleção de ozônio e, dessa forma, não são afetados pela eliminação progressiva regulatória atual resultante do Protocolo de Montreal. Com a implementação da emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal, refrigerantes de substituição com GWP ainda mais baixo estão sendo procurados.

BREVE SUMÁRIO

[0003] Descobriu-se que certas composições compreendendo difluorometano, tetrafluoropropeno e dióxido de carbono possuem propriedades adequadas para permitir o uso delas como substituições para os refrigerantes comerciais atualmente disponíveis, em particular R-410A, com GWP relativamente alto. Portanto, os presentes inventores descobriram gases

refrigerantes que não são depletors de ozônio, e têm significativamente menos potencial de aquecimento global direto, correspondem ao desempenho de R-410A, e são, dessa forma, alternativas ambientalmente sustentáveis.

[0004] De acordo com a presente invenção, são reveladas composições refrigerantes compreendendo misturas refrigerantes. As misturas refrigerantes consistem essencialmente em difluorometano, tetrafluoropropeno e dióxido de carbono.

[0005] As misturas refrigerantes são úteis como componentes em composições contendo, também, componentes não refrigerantes (por exemplo, lubrificantes), em processos para a produção de resfriamento ou aquecimento, em métodos para substituição de refrigerante R-410A, e, em particular, em sistemas de condicionamento de ar e de bomba de calor.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0006] Antes de tratar dos detalhes das modalidades descritas a seguir, alguns termos são definidos ou esclarecidos.

DEFINIÇÕES

[0007] Como aqui usado, o termo fluido de transferência de calor (também chamado de meio de transferência de calor) significa uma composição usada para transferência de calor de uma fonte de calor para um dissipador de calor.

[0008] Uma fonte de calor é definida como qualquer espaço, local, objeto ou corpo do qual se deseja adicionar, transferir, mover ou remover calor. Exemplos de fontes de calor são espaços (abertos ou fechados) que exigem refrigeração ou esfriamento, como refrigeradores ou congeladores do tipo expositor vitrine em um supermercado, contêineres de transporte refrigerados, espaços de edifício que exigem condicionamento de ar, resfriadores de água industrial ou o compartimento do passageiro de um automóvel que exige condicionamento de ar. Em algumas modalidades, a composição de

transferência de calor pode permanecer em estado constante durante todo o processo de transferência (isto é, não evaporar ou não condensar). Em outras modalidades, processos de esfriamento evaporativo podem utilizar, também, composições de transferência de calor.

[0009] Um dissipador de calor é definido como qualquer espaço, local, objeto ou corpo capaz de absorver calor. Um sistema de refrigeração por compressão de vapor é um exemplo de tal dissipador de calor.

[0010] Um refrigerante é definido como um fluido de transferência de calor que experimenta uma mudança de fase de líquido para gás e volta, de novo, para a fase líquida, durante um ciclo usado para transferência de calor.

[0011] Um sistema de transferência de calor é o sistema (ou aparelho) usado para produção de um efeito de aquecimento ou de esfriamento em um espaço específico. Um sistema de transferência de calor pode ser um sistema móvel ou um sistema estacionário.

[0012] Exemplos de sistemas de transferência de calor são qualquer tipo de sistemas de refrigeração e de sistemas de condicionamento de ar incluindo, mas não se limitando a, sistemas de transferência de calor estacionários, condicionadores de ar, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, resfriadores de água, resfriadores evaporadores inundados, resfriadores de expansão direta, câmaras frigoríficas do tipo "walk-in cooler", refrigeradores móveis, sistemas de transferência de calor móveis, unidades de condicionamento de ar móveis, desumidificadores, e combinações dos mesmos.

[0013] Capacidade de refrigeração (também chamada de capacidade de esfriamento) é um termo que define a mudança na entalpia de um refrigerante em um evaporador por libra-massa de refrigerante circulado, ou o calor removido pelo refrigerante no evaporador por volume unitário de vapor de refrigerante saindo do evaporador (capacidade volumétrica). A capacidade de refrigeração é a medida da capacidade de um refrigerante ou de uma composição de transferência de calor

para produção de esfriamento. Portanto, quanto mais alta a capacidade, maior o esfriamento que é produzido. Taxa de esfriamento se refere ao calor removido pelo refrigerante no evaporador por tempo unitário.

[0014] Coeficiente de desempenho ("COP", "Coefficient of Performance") é a quantidade de calor removido dividida pela energia necessária para operar o ciclo. Quanto maior for o COP, maior será a eficiência energética. O COP está diretamente relacionado com a razão de eficiência energética ("EER", "Energy Efficiency Ratio"), que é a classificação de eficiência para o equipamento de refrigeração ou de condicionamento de ar em um ajuste específico de temperaturas interna e externa.

[0015] O termo "subresfriamento" se refere à redução da temperatura de um líquido abaixo do ponto de saturação daquele líquido em uma dada pressão. Ponto de saturação é a temperatura na qual o vapor é completamente condensado em líquido, mas o subresfriamento continua a esfriar o líquido até uma temperatura mais baixa na dada pressão. Pelo esfriamento de um líquido abaixo da temperatura de saturação (ou temperatura de ponto de bolha), a capacidade de refrigeração efetiva pode ser aumentada. O subresfriamento pode, por conseguinte, aprimorar a capacidade de refrigeração e a eficiência energética de um sistema. Quantidade de subresfriamento é a quantidade de esfriamento abaixo da temperatura de saturação (em graus).

[0016] Superaquecimento é um termo que define até que ponto uma composição de vapor é aquecida acima de sua temperatura de saturação de vapor (a temperatura na qual, quando a composição é esfriada, a primeira gota de líquido é formada, também chamada de "ponto de orvalho").

[0017] Deslizamento de temperatura (algumas vezes chamado simplesmente de "deslizamento") é o valor absoluto da diferença entre a temperatura inicial e a temperatura final de um processo de mudança de fase por um refrigerante dentro de um componente de um sistema refrigerante, sem

incluir qualquer subresfriamento ou superaquecimento. Este termo pode ser usado para descrever a condensação ou a evaporação de um quase-azeótropo ou de uma composição não azeotrópica. Quando se faz referência ao deslizamento de temperatura de um sistema de refrigeração, de condicionamento de ar ou de bomba de calor, é comum apresentar o deslizamento de temperatura médio como sendo a média do deslizamento de temperatura no evaporador e o deslizamento de temperatura no condensador.

[0018] Efeito de refrigeração líquido é a quantidade de calor que cada quilograma de refrigerante absorve no evaporador para produzir esfriamento útil.

[0019] Taxa de fluxo de massa é a quantidade de refrigerante em quilogramas circulando através do sistema de refrigeração, de bomba de calor ou de condicionamento de ar durante um dado período de tempo.

[0020] Como aqui usado, o termo "lubrificante" significa qualquer material adicionado a uma composição ou a um compressor (e em contato com qualquer composição de transferência de calor em uso dentro de qualquer sistema de transferência de calor) que proporciona lubrificação ao compressor para auxiliar na prevenção de emperramento de peças.

[0021] Como aqui usado, compatibilizadores são compostos que aprimoram a solubilidade do hidrofluorcarboneto das composições reveladas em lubrificantes de sistema de transferência de calor. Em algumas modalidades, os compatibilizadores aprimoram o retorno de óleo para o compressor. Em algumas modalidades, a composição é usada com um lubrificante de sistema para reduzir a viscosidade da fase rica em óleo.

[0022] Como aqui usado, o termo "retorno de óleo" se refere à capacidade de uma composição transferidora de calor para transportar o lubrificante através de um sistema de transferência de calor e retorná-lo ao compressor. Isto é, em uso, não é incomum que alguma porção do lubrificante

do compressor seja removida pela composição de transferência de calor do compressor para dentro de outras porções do sistema. Em tais sistemas, se o lubrificante não retornar de forma eficiente para o compressor, o compressor irá eventualmente falhar devido à falta de lubrificação.

[0023] Como aqui usado, corante "ultravioleta" é definido como uma composição fosforescente ou fluorescente ao UV que absorve luz na região do ultravioleta ou do ultravioleta "próximo" do espectro eletromagnético. A fluorescência produzida pelo corante fluorescente ao UV pode ser detectada sob iluminação por uma luz UV que emite ao menos alguma radiação com um comprimento de onda na faixa de cerca de 10 nm a cerca de 775 nm.

[0024] Inflamabilidade é um termo usado para significar a capacidade de uma composição para inflamar e/ou propagar uma chama. Para os refrigerantes e outras composições de transferência de calor, o limite de inflamabilidade inferior ("LFL", "Lower Flammability Limit") é a concentração mínima da composição de transferência de calor no ar que é capaz de propagar uma chama através de uma mistura homogênea de a composição e o ar sob as condições de teste especificadas pela norma E-681 da "American Society of Testing and Materials" ("ASTM"). O limite de inflamabilidade superior ("UFL", "Upper Flammability Limit") é a concentração máxima da composição de transferência de calor no ar que é capaz de propagar uma chama através de uma mistura homogênea da composição e do ar sob as mesmas condições de teste. A determinação da inflamabilidade de um composto refrigerante ou de uma mistura refrigerante é feita também pelo teste sob as condições da norma ASTM-681.

[0025] Durante um vazamento de refrigerante, os componentes de ebulição mais baixa de uma mistura podem vazar preferencialmente. Dessa forma, a composição no sistema, e outrossim, o vazamento de vapor, podem variar ao longo do período de tempo do vazamento. Dessa forma, uma mistura

não inflamável pode tornar-se inflamável sob cenários de vazamento. E para ser classificada como não inflamável pela ASHRAE ("American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers"), uma composição de refrigerante ou de transferência de calor precisa ser não inflamável quando formulada, mas também sob condições de vazamento.

[0026] O Potencial de aquecimento global (GWP) é um índice para estimar a contribuição de aquecimento global relativa devido à emissão atmosférica de um quilograma de um gás de efeito estufa específico em comparação com a emissão de um quilograma de dióxido de carbono. O GWP pode ser calculado para diferentes horizontes de tempo, mostrando o efeito do tempo de vida atmosférico para um determinado gás. O GWP para um horizonte de tempo de 100 anos é comumente o valor de referência. Para misturas, uma média ponderada pode ser calculada com base nos GWPs individuais para cada componente.

[0027] O potencial de depleção de ozônio ("ODP", "Ozone Depletion Potential") é um número que se refere à quantidade de depleção de ozônio causada por uma substância. O ODP é a razão da influência sobre o ozônio de um composto químico comparada com a influência sobre o ozônio de uma massa similar de CFC-11 (fluorotriclorometano). Dessa forma, o ODP do CFC-11 é definido como sendo igual a 1,0. Outros CFCs e HCFCs têm ODPs que estão na faixa de 0,01 a 1,0. Os HFCs e HFOs têm ODP zero porque eles não contêm cloro nem outros halogênios depletadores de ozônio.

[0028] Como usado aqui, os termos "compreende", "compreendendo", "inclui", "incluindo", "tem", "tendo" ou qualquer outra variação dos mesmos, são concebidos abranger uma inclusão não exclusiva. Por exemplo, uma composição, um processo, um método, um artigo e/ou um aparelho que compreende uma lista de elementos não é necessariamente limitado apenas àqueles elementos, mas pode incluir outros elementos não expressamente listados

ou inerentes a tal composição, processo, método, artigo ou aparelho.

[0029] A frase transicional "consistindo em" exclui qualquer elemento, etapa ou ingrediente não especificado. Se usada na reivindicação, tal frase fecha a reivindicação para a inclusão de materiais diferentes daqueles citados, exceto as impurezas comumente associadas com os mesmos. Quando a frase "consiste em" aparece em uma cláusula do corpo de uma reivindicação, ao invés de imediatamente após o preâmbulo, ela limita apenas o elemento definido naquela cláusula; outros elementos não são excluídos da reivindicação como um todo.

[0030] A frase transicional "consistindo essencialmente em" é usada para definir uma composição, um método, um artigo ou um aparelho que inclui materiais, etapas, aspectos, componentes, ou elementos, além daqueles literalmente revelados, desde que estes materiais, etapas, aspectos, componentes, ou elementos adicionais não afetem significativamente a(s) característica(s) básica(s) e nova(s) da invenção reivindicada. O termo "consistindo essencialmente em" ocupa um sentido intermediário entre "compreendendo" e "consistindo em". Tipicamente, os componentes das misturas refrigerantes e as próprias misturas refrigerantes, podem conter quantidades pequenas (por exemplo, menores que cerca de 0,5 por cento em peso total) de impurezas e/ou de subprodutos (por exemplo, da fabricação dos componentes refrigerantes ou da reciclagem dos componentes refrigerantes de outros sistemas) que não afetam significativamente as características novas e básicas da mistura refrigerante.

[0031] Onde os requerentes têm definido uma invenção ou uma parte da mesma com um termo ilimitado como "compreendendo", deve ser prontamente entendido que (salvo indicação em contrário), a descrição deve ser interpretada para também descrever uma tal invenção usando os termos "consistindo essencialmente em" ou "consistindo em".

[0032] Também, o uso de "um" ou "uma" é utilizado para descrever elementos e componentes aqui descritos. Isto é feito meramente para conveniência e para dar um sentido geral do escopo da invenção. Esta descrição deve ser lida como incluindo um ou ao menos um e o singular também inclui o plural, a menos que seja óbvio que é significado do contrário.

[0033] A não ser que seja definido o contrário, todos os termos técnicos e científicos aqui usados têm o mesmo significado que comumente compreendido pelo versado na técnica ao qual esta invenção pertence. Embora métodos e materiais similares ou equivalentes àqueles aqui descritos possam ser usados na prática ou no teste das modalidades das composições reveladas, métodos e materiais adequados são descritos abaixo. Todas as publicações, pedidos de patente e outras referências mencionados neste documento são incorporados aqui em suas totalidades a título de referência, a não ser que um trecho de texto específico seja citado. Em caso de conflito, o presente relatório descritivo, incluindo as definições, prevalecerá. Além disso, os materiais, os métodos e os exemplos são ilustrativos apenas e não se destinam a ser limitadores.

[0034] 2,3,3,3-tetrafluorpropeno pode também ser chamado de HFO-1234yf, HFC-1234yf ou R-1234yf. HFO-1234yf pode ser fabricado por métodos conhecidos na técnica, como por desidrofluoração de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) ou de 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb).

[0035] Difluorometano (HFC-32 ou R-32) está disponível para comercialização ou pode ser fabricado por métodos conhecidos na técnica, como por desclorofluoração de cloreto de metileno.

[0036] Dióxido de carbono (CO₂) está disponível para comercialização junto a muitas casas fornecedoras de gases ou pode ser produzido por qualquer um dentre numerosos métodos bem conhecidos.

COMPOSIÇÕES

[0037] A indústria de refrigerantes tem se esforçado para desenvolver novos produtos refrigerantes que proporcionam desempenho e sustentabilidade ambiental aceitáveis. Novos regulamentos relacionados ao aquecimento global podem impor um limite superior sobre o potencial de aquecimento global (GWP, "Global Warming Potential") para novas composições refrigerantes. Dessa forma, a indústria precisa encontrar composições de baixo GWP, baixa toxicidade, baixo potencial de depleção de ozônio (ODP) que também fornecem bom desempenho para resfriamento e aquecimento. R-410A (uma blenda de 50 por cento em peso de HFC-32 e 50 por cento em peso de HFC-25) tem sido usado em condicionamento de ar e bombas de calor durante muitos anos como uma alternativa ao R-22, mas também tem GWP alto e precisa ser substituído. As composições conforme descritas na presente invenção fornecem uma tal substituição com GWP mais baixo do que os refrigerantes substitutos anteriormente propostos.

[0038] Em uma modalidade, misturas refrigerantes têm GWP de 400 ou menos, com base em dados de AR4. Em outra modalidade, as misturas refrigerantes têm GWP de 300 ou menos, com base em dados de AR4.

[0039] Os presentes inventores identificaram composições que fornecem propriedades de desempenho para servirem como substitutos para R-410A em aparelhos de refrigeração, de condicionamento de ar e bombas de calor. Estas composições compreendem misturas refrigerantes consistindo essencialmente em difluorometano, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e dióxido de carbono. Em uma modalidade, as composições compreendendo misturas refrigerantes consistem em difluorometano, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e dióxido de carbono.

[0040] A identificação de refrigerantes substitutos com o equilíbrio certo de propriedades necessárias por certas aplicações não é uma tarefa trivial. A indústria tem se esforçado para encontrar refrigerantes de alta capacidade com

razoável deslizamento de temperatura. Em particular, tem sido desejado um refrigerante para substituir R-410A que possa combinar a capacidade de resfriamento de R-410A com um deslizamento de temperatura aceitável e com GWP de 400 ou menos, ou mesmo 300 ou menos.

[0041] São reveladas na presente invenção composições compreendendo misturas refrigerantes para substituir R-410A, as ditas misturas refrigerantes consistindo essencialmente em cerca de 42 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano (HFC-32), de cerca de 33 a cerca de 53 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) e de cerca de 1 a cerca de 9 por cento em peso de dióxido de carbono (CO₂).

[0042] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 42 a cerca de 59 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 35 a cerca de 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 2 a cerca de 9 por cento em peso de CO₂.

[0043] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 42 a 59 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 37 a 48 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 3 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0044] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 42 a 47 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 40 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 3 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0045] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 44 a 47 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 40 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 5 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0046] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 42 a 45 por cento em peso de difluorometano, de

cerca de 46 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 6 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0047] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a 44 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 48 a 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 7 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0048] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 43 a 44 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 48 a 50 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 7 a 8 por cento em peso de CO₂.

[0049] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 44 por cento em peso de HFC-32, cerca de 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e cerca de 7 por cento em peso de CO₂.

[0050] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 47 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a cerca de 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 3 a cerca de 8 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0051] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 52 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a cerca de 42 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 3 a cerca de 6 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0052] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 57 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a cerca de 39 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 3 a cerca de 5 por cento em peso de dióxido

de carbono.

[0053] Em outra modalidade, a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 58 por cento em peso de difluorometano, cerca de 38 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 4 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0054] Em qualquer uma das modalidades acima, o total da mistura refrigerante, precisa naturalmente somar 100%.

[0055] Em uma modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com capacidade de resfriamento dentro de 10% da capacidade de resfriamento de R-410A. Em outra modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com capacidade de resfriamento dentro de 5% da capacidade de resfriamento de R-410A. Em outra modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com capacidade de resfriamento dentro de 2% da capacidade de resfriamento de R-410A. Em outra modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com capacidade de resfriamento que é igual à ou melhor que a capacidade de resfriamento de R-410A.

[0056] Em uma modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com deslizamento de temperatura médio nos trocadores de calor de menos que 8,0°C. Em outra modalidade, as misturas refrigerantes fornecem substitutos para R-410A com deslizamento de temperatura médio nos trocadores de calor de menos que 7,5°C.

[0057] De interesse específico, como substituições para R-410A, são as composições listadas na Tabela A.

TABELA A

R32/R1234yf/CO ₂ (% em peso)	
58/39/2	44/53/3
59/38/3	44/52/4
59/37/4	44/51/5

R32/R1234yf/CO ₂ (% em peso)	
59/36/5	44/50/6
59/35/6	44/49/7
59/34/7	44/48/8
59/33/8	43/53/4
58/41/1	43/52/5
58/40/2	43/51/6
58/39/3	43/50/7
58/38/4	43/49/8
58/37/5	42/53/5
58/36/6	42/52/6
58/35/7	42/51/7
58/34/8	42/50/8
57/39/4	50/42/5
56/40/4	49/46/5
55/40/5	48/47/5
54/42/4	47/48/5
53/41/6	46/49/5
52/42/6	45/48/7
51/43/6	

[0058] Em algumas modalidades, além do difluorometano, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e dióxido de carbono, as composições reveladas podem compreender componentes não refrigerantes opcionais. Dessa forma, são reveladas na presente invenção composições compreendendo uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em difluorometano, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e dióxido de carbono, compreendendo, ainda, um ou mais componentes não refrigerantes opcionais selecionados do grupo que consiste em lubrificantes, corantes (incluindo corantes UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizantes, traçadores, agentes de antidesgaste, agentes de extrema pressão, inibidores de corrosão e de oxidação, redutores de energia de superfície metálica, desativadores de superfície metálica, sequestrantes de radicais livres, agentes controladores de espuma, aperfeiçoadores de índice de viscosidade, agentes abaixadores de ponto de fluidez, detergentes, ajustadores

de viscosidade e misturas dos mesmos. Em algumas modalidades, os componentes não refrigerantes opcionais podem ser chamados de aditivos. De fato, muitos destes componentes não refrigerantes opcionais enquadram-se em uma ou mais destas categorias e podem ter qualidades que se prestam para alcançar uma ou mais características de desempenho.

[0059] Em algumas modalidades, um ou mais componentes não refrigerantes estão presentes em quantidades pequenas em relação à composição total. Em algumas modalidades, a quantidade de concentração de aditivo(s) nas composições reveladas é de menos que cerca de 0,1 por cento em peso a tanto quanto cerca de 5 por cento em peso da composição total. Em algumas modalidades da presente invenção, os aditivos estão presentes nas composições reveladas em uma quantidade entre cerca de 0,1 por cento em peso e cerca de 5 por cento em peso da composição total ou em uma quantidade entre cerca de 0,1 por cento em peso e cerca de 3,5 por cento, em peso. O(s) componente(s) aditivo(s) selecionado(s) para a composição revelada é/são selecionado(s) com base na utilidade e/ou nos componentes individuais do equipamento ou nos requisitos do sistema.

[0060] Em uma modalidade, o lubrificante é selecionado do grupo consistindo em óleo mineral, alquilbenzeno, ésteres de poliol, poli(glicóis alquilênicos), poli(éteres vinílicos), policarbonatos, perfluoropoliéteres, silicones, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, poli(alfa-olefinas) e combinações dos mesmos.

[0061] Os lubrificantes, conforme aqui revelados, podem ser lubrificantes disponíveis para comercialização. Por exemplo, o lubrificante pode ser óleo mineral parafínico, vendido pela BVA Oils como BVM 100 N, óleos minerais naftênicos vendidos pela Crompton Co. sob as marcas registradas Suniso® 1GS, Suniso® 3GS e Suniso® 5GS, óleo mineral naftênico vendido pela Pennzoil sob a marca registrada Sontex® 372LT, óleo mineral naftênico vendido

pela Calumet Lubricants sob a marca registrada Calumet® RO-30, alquilbenzenos lineares vendidos pela Shrieve Chemicals sob as marcas registradas Zerol® 75, Zerol® 150 e Zerol® 500 e alquilbenzeno ramificado vendido pela Nippon Oil como HAB 22, ésteres de poliol (POEs, "POLyol Esters") vendidos sob a marca registrada Castrol® 100 pela Castrol, Reino Unido, poli(glicóis alquilênicos) (PAGs, "PolyAlkylene Glycols") como RL-488A junto à Dow (Dow Chemical, de Midland, Michigan, EUA), e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos lubrificantes revelados neste parágrafo.

[0062] Nas composições da presente invenção que incluem um lubrificante, o lubrificante está presente em uma quantidade menor que 40,0 por cento em peso da composição total. Em outras modalidades, a quantidade de lubrificante é menor que 20 por cento em peso da composição total. Em outras modalidades, a quantidade de lubrificante é menor que 10 por cento em peso da composição total. Em outras modalidades, a quantidade de lubrificante está entre cerca de 0,1 por cento em peso e 5,0 por cento em peso da composição total.

[0063] Não obstante as razões em peso acima para as composições aqui reveladas, é entendido que em alguns sistemas de transferência de calor, enquanto a composição estiver sendo usada, ela pode adquirir mais lubrificante de um ou mais componentes de equipamento de tal sistema de transferência de calor. Por exemplo, em alguns sistemas de refrigeração, de condicionamento de ar e de bomba de calor, os lubrificantes podem ser carregados no compressor e/ou no reservatório de lubrificante do compressor. Tal lubrificante poderia ser adicional a qualquer aditivo lubrificante presente no refrigerante em um tal sistema. Em uso, a composição refrigerante, quando no compressor, pode acumular uma quantidade do lubrificante do equipamento para alterar a composição de refrigerante-lubrificante em relação à razão inicial.

[0064] O componente não refrigerante usado com as composições da presente invenção pode incluir pelo menos um corante. O corante pode ser ao

menos um corante ultravioleta (UV). O corante UV pode ser um corante fluorescente. O corante fluorescente pode ser selecionado do grupo consistindo em naftalimidas, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceínas e derivados de dito corante, e combinações dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos corantes anteriormente mencionados ou seus derivados revelados neste parágrafo.

[0065] Em algumas modalidades, as composições reveladas contêm de cerca de 0,001 por cento em peso a 1,0 por cento em peso de corante UV. Em outras modalidades, o corante UV está presente em uma quantidade de cerca de 0,005 por cento em peso a cerca de 0,5 por cento, em peso; e em outras modalidades, o corante UV está presente em uma quantidade de cerca de 0,01 por cento em peso a cerca de 0,25 por cento em peso da composição total.

[0066] O corante UV é um componente útil para detectar vazamentos da composição ao permitir observar a fluorescência do corante em ou na vizinhança de um ponto de vazamento em um aparelho (por exemplo, unidade de refrigeração, condicionador de ar ou bomba de calor). A emissão UV, por exemplo, fluorescência do corante, pode ser observada sob luz ultravioleta. Portanto, se uma composição contendo um tal corante UV estiver vazando de um determinado ponto em um aparelho, a fluorescência pode ser detectada no ponto de vazamento, ou na vizinhança do ponto de vazamento.

[0067] Outro componente não refrigerante que pode ser usado com as composições da presente invenção pode incluir ao menos um agente solubilizante selecionado para aprimorar a solubilidade de um ou mais corantes nas composições reveladas. Em algumas modalidades, a razão entre o peso de corante e o peso de agente solubilizante está na faixa de cerca de 99:1 a cerca de 1:1. Os agentes solubilizantes incluem ao menos um composto selecionado do grupo consistindo em hidrocarbonetos, éteres de hidrocarboneto, éteres de poli(oxialquilenoglicol) (por exemplo, éter dimetilico

de glicol dipropilênico), amidas, nitrilas, cetonas, clorocarbonetos (como cloreto de metileno, tricloroetileno, clorofórmio ou misturas dos mesmos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres e 1,1,1-trifluoroalcanos, e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos agentes solubilizantes revelados neste parágrafo.

[0068] Em algumas modalidades, o componente não refrigerante compreende pelo menos um compatibilizador para aprimorar a compatibilidade de um ou mais lubrificantes com as composições reveladas. O compatibilizador pode ser selecionado do grupo consistindo em hidrocarbonetos, éteres de hidrocarboneto, éteres de poli(oxialquilenoglicol) (por exemplo éter dimetílico de glicol dipropilênico), amidas, nitrilas, cetonas, clorocarbonetos (como cloreto de metileno, tricloroetileno, clorofórmio ou misturas dos mesmos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres e 1,1,1-trifluoroalcanos, e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos compatibilizadores revelados neste parágrafo.

[0069] O agente solubilizante e/ou o compatibilizador podem ser selecionados do grupo consistindo em éteres de hidrocarboneto consistindo nos éteres contendo apenas carbono, hidrogênio e oxigênio, como éter dimetílico (DME, "DiMethyl Ether") e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos éteres de hidrocarboneto revelados neste parágrafo.

[0070] O compatibilizador pode ser um compatibilizador à base de hidrocarboneto alifático linear ou cíclico, ou aromático, contendo de 3 a 15 átomos de carbono. O compatibilizador pode ser ao menos um hidrocarboneto, que pode ser selecionado do grupo consistindo em ao menos propanos, incluindo propileno e propano, butanos, incluindo n-butano e isobuteno, pentano, incluindo n-pentano, isopentano, neopentano e ciclopentano, hexanos, octanes, nonano e decanos, dentre outros. Os compatibilizadores à base de hidrocarboneto disponíveis para comercialização incluem, mas não se

limitam, àqueles da Exxon Chemical (EUA) vendidos sob as marcas registradas Isopar® H, uma mistura de undecano (C_{11}) e dodecano (C_{12}) (um hidrocarboneto isoparafínico C_{11} a C_{12} de alta pureza), Aromatic 150 (um hidrocarboneto aromático C_9 a C_{11}), Aromatic 200 (um hidrocarboneto aromático C_9 a C_{15}) e Naphtha 140 (uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos, naftenos e parafinas C_5 a C_{11}) e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos hidrocarbonetos revelados neste parágrafo.

[0071] O compatibilizador pode, alternativamente, ser ao menos um compatibilizador polimérico. O compatibilizador polimérico pode ser um copolímero aleatório de acrilatos fluorados e não fluorados, em que o polímero compreende unidades de repetição de ao menos um monômero representado pelas fórmulas $CH_2=C(R^1)CO_2R^2$, $CH_2=C(R^3)C_6H_4R^4$, e $CH_2=C(R^5)C_6H_4XR^6$, em que X é oxigênio ou enxofre; R^1 , R^3 e R^5 são independentemente selecionados do grupo consistindo em H e radicais alquila C_1 - C_4 ; e R^2 , R^4 e R^6 são independentemente selecionados do grupo consistindo em radicais à base de cadeia carbônica contendo C e F, e podem conter, adicionalmente, H, Cl, oxigênio de éter, ou enxofre sob a forma de grupos tioéter, sulfóxido, ou sulfona e misturas dos mesmos. Exemplos de tais compatibilizadores poliméricos incluem aqueles disponíveis para comercialização junto à E. I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, DE, 19898, EUA) sob a marca registrada Zonyl® PHS. Zonyl® PHS é um copolímero aleatório preparado pela polimerização de 40 por cento em peso de $CH_2=C(CH_3)CO_2CH_2CH_2(CF_2CF_2)_mF$ (também chamado de Zonyl® fluorometacrilato [fluorometacrilato] ou ZFM) em que m é de 1 a 12, predominantemente de 2 a 8, e 60 por cento em peso de metacrilato de laurila ($CH_2=C(CH_3)CO_2(CH_2)_{11}CH_3$, também chamado de LMA).

[0072] Em algumas modalidades, o componente compatibilizador contém de cerca de 0,01 a 30 por cento em peso (com base na quantidade total de compatibilizador) de um aditivo que reduz a energia de superfície de cobre metálico,

alumínio metálico, aço, ou outros metais e ligas metálicas dos mesmos encontrados (encontradas) em trocadores de calor em uma maneira que reduz a adesão de lubrificantes ao metal. Exemplos de aditivos redutores de energia de superfície metálica incluem aqueles disponíveis para comercialização junto à DuPont sob as marcas registradas Zonyl® FSA, Zonyl® FSP, e Zonyl® FSJ.

[0073] Outro componente não refrigerante opcional que pode ser usado com as composições da presente invenção pode ser um desativador de superfície metálica. O desativador de superfície metálica é selecionado do grupo consistindo em oxalilbis(benzilideno)-hidrazida (N° de Reg. CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-hidrocinaoila)-hidrazina (N° de Reg. CAS 32687-78-8), 2,2'-oxamidobis-etil-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-hidrocinaato) (N° de Reg. CAS 70331-94-1), N,N'-(dissalicilideno)-1,2-diaminopropano (N° de Reg. CAS 94-91-7) e ácido etilenodiaminatetra-acético (N° de Reg. CAS 60-00-4) e seus sais, e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos desativadores de superfície metálica revelados neste parágrafo.

[0074] O componente não refrigerante opcional usado com as composições da presente invenção pode, alternativamente, ser um estabilizante selecionado do grupo consistindo em fenóis impedidos, tiofosfatos, trifenilfosforotionatos butilados, organofosfatos, ou fosfitos, éteres arilalquílicos, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tióis, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfetos de arila, ácido diviniltetreftálico, ácido difeniltetreftálico, líquidos iônicos, e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos estabilizantes revelados neste parágrafo.

[0075] O estabilizante pode ser selecionado do grupo consistindo em tocoferol; hidroquinona; t-butil-hidroquinona; monotiofosfatos; e ditiofosfatos, disponíveis comercialmente junto à Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suíça, doravante "Ciba", sob a marca registrada Irgalube® 63; ésteres de dialquiltiofosfato,

disponíveis comercialmente junto à Ciba sob as marcas registradas Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotionatos butilados, disponíveis para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irgalube® 232; fosfatos de amina, disponíveis para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos impedidos, disponíveis comercialmente junto à Ciba como Irgafos® 168 e fosfito de tris-(di-terc-butilfenila), disponíveis comercialmente junto à Ciba sob a marca registrada Irgafos® OPH; (fosfito de di-n-octila); e fosfito de isodecila e difenila, disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irgafos® DDPP; fosfatos de trialquila, como fosfato de trimetila, fosfato de trietila, fosfato de tributila, fosfato de trioctila e fosfato de tri(2-etil-hexila); fosfatos de triarila, incluindo fosfato de trifenila, fosfato de triclesila e fosfato de trixilenila; fosfatos mistos de alquilarila, incluindo fosfato de isopropilfenila (IPPP, "IsoPropylPhenyl Phosphate") e fosfato de bis(t-butilfenil)fenila (TBPP, "bis(T-Butylphenyl)Phenyl Phosphate"); fosfatos de trifenila butilados, como aqueles disponíveis para comercialização sob a marca registrada Syn-O-Ad® incluindo Syn-O-Ad® 8784; fosfatos de trifenila terc-butilados, como aqueles disponíveis para comercialização sob a marca registrada Durad® 620; fosfatos de trifenila isopropilados, como aqueles disponíveis para comercialização sob as marcas registradas Durad® 220 e Durad® 110; anisol; 1,4-dimetoxibenzeno; 1,4-dietoxibenzeno; 1,3,5-trimetoxibenzeno; mirceno, alo-ocimeno, limoneno (em particular, d-limoneno); retinal; pineno; mentol; geraniol; farnesol; fitol; Vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fencheno; dipenteno; carotenoides, como licopeno, beta-caroteno e xantofilas, como zeaxantina; retinoides, como hepaxantina e isotretinoína; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; éter n-butílico e glicidílico; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-hidroximetil-oxetano, como OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((fenoxi)metil)-oxetano, como OXT-211 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((2-etil-hexiloxi)metil)-oxetano, como OXT-212 (Toagosei Co., Ltd); ácido

ascórbico; metanotiol (metil-mercaptano); etanotiol (etil-mercaptano); Coenzima A; ácido dimercaptossuccínico (DMSA); mercaptano de toronja ((R)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiol)); cisteína (ácido (R)-2-amino-3-sulfanil-propanoico); lipoamida (1,2-ditiolano-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletil)-3-[2,3(ou 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irganox® HP-136; sulfeto de benzilfenila; sulfeto de difenila; diisopropilamina; 3,3'-tiodipropionato de dioctadecila, disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecila, disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Irganox® PS 800; sebacato de di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidila), disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Tinuvin® 770; poli-(succinato de N-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidila), disponível para comercialização junto à Ciba sob a marca registrada Tinuvin® 622LD (Ciba); metil-bis-sebo-amina; bis-sebo-amina; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltriethoxissilano; viniltrimetoxissilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-di-hidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfeto de benzilfenila; sulfeto de difenila; sulfeto de dibenzila; líquidos iônicos; e suas misturas e combinações.

[0076] O componente não refrigerante opcional usado com as composições da presente invenção pode, alternativamente, ser um estabilizante líquido iônico. O estabilizante líquido iônico pode ser selecionado do grupo consistindo em sais orgânicos que são líquidos à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), aqueles sais que contêm cátions selecionados do grupo consistindo em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio e triazólio, e misturas dos mesmos; e ânions selecionados do grupo consistindo em [BF₄]-, [PF₆]-, [SbF₆]-, [CF₃SO₃]-, [HCF₂CF₂SO₃]-, [CF₃HFCCF₂SO₃]-, [HCCIFCF₂SO₃]-, [(CF₃SO₂)₂N]-, [(CF₃CF₂SO₂)₂N]-, [(CF₃SO₂)₃C]-, [CF₃CO₂]-, e F⁻, e misturas dos mesmos. Em

algumas modalidades, os estabilizantes líquidos são selecionados do grupo consistindo em: emim BF₄ (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazólio); bmim BF₄ (tetraborato de 1-butil-3-metilimidazólio); emim PF₆ (hexafluorofosfato de 1-etil-3-metilimidazólio); e bmim PF₆ (hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio), todos os quais estão disponíveis junto à Fluka (Sigma-Aldrich).

[0077] Em algumas modalidades, o estabilizante pode ser um fenol impedido, que é qualquer composto de fenol substituído, incluindo fenóis compreendendo um ou mais grupos substituintes alifáticos de cadeia linear, ou ramificada, cíclicos ou substituídos, como, monofenóis alquilados incluindo 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol; 2,6-di-terc-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-terc-butilfenol; tocoferol; e semelhantes, hidroquinona e hidroquinonas alquiladas incluindo t-butil-hidroquinona, outros derivados de hidroquinona; e semelhantes, éteres tiodifenílicos hidroxilados, incluindo 4,4'-tio-bis(2-metil-6-terc-butil-fenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol); e semelhantes, alquilideno-bisfenóis incluindo: 4,4'-metilenobis(2,6-di-terc-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-terc-butilfenol); derivados de 2,2'- ou 4,4'-bifenoldióis; 2,2'-metilenobis(4-etil-6-terc-butilfenol); 2,2'-metilenobis(4-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-butilidenobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-isopropilidenobis(2,6-di-terc-butilfenol); 2,2'-metilenobis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilidenobis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilenobis(4-metil-6-ciclo-hexilfenol), 2,2'- ou 4,4'-bifenildióis incluindo 2,2'-metilenobis(4-etil-6-terc-butilfenol); hidroxitolueno butilado (BHT, ou 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol), bisfenóis compreendendo heteroátomos incluindo 2,6-di-terc-alfa-dimetilamino-p-cresol, 4,4'-tiobis(6-terc-butil-m-cresol); e semelhantes; acilaminofenóis; 2,6-di-terc-butil-4-(N,N'-dimetilaminometilfenol); sulfetos incluindo; sulfeto de bis(3-metil-4-hidroxi-5-terc-butil-benzila); sulfeto de bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibenzila) e misturas dos mesmos, significando misturas de quaisquer dos fenóis revelados neste parágrafo.

[0078] Em algumas modalidades, um estabilizante pode ser um único composto estabilizante conforme descrito em detalhes acima. Em outras

modalidades, um estabilizante pode ser uma mistura de dois ou mais dos compostos estabilizantes, quer da mesma classe de compostos quer de diferentes classes de compostos, as ditas classes sendo descritas em detalhes acima.

[0079] O componente não refrigerante opcional que é usado com as composições da presente invenção pode ser, alternativamente, um traçador. O traçador pode ser um composto individual ou dois ou mais compostos traçadores da mesma classe de compostos ou de diferentes classes de compostos. Em algumas modalidades, o traçador está presente nas composições em uma concentração total de cerca de 1 parte por milhão em peso (ppm) a cerca de 5.000 ppm, com base no peso total da composição. Em outras modalidades, o traçador está presente em uma concentração total de cerca de 10 ppm a cerca de 1.000 ppm. Em outras modalidades, o traçador está presente em uma concentração total de cerca de 20 ppm a cerca de 500 ppm. Em outras modalidades, o traçador está presente em uma concentração total de cerca de 25 ppm a cerca de 500 ppm. Em outras modalidades, o traçador está presente em uma concentração total de cerca de 50 ppm a cerca de 500 ppm. Alternativamente, o traçador está presente em uma concentração total de cerca de 100 ppm a cerca de 300 ppm.

[0080] O traçador pode ser selecionado do grupo consiste em hidrofluorcarbonetos (HFCs), hidrofluorcarbonetos deuterados, clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofluoroclorocarbonetos (HCFCs), clorocarbonetos, perfluorocarbonetos, fluoroéteres, compostos bromados, compostos iodados, álcoois, aldeídos e cetonas, óxido nitroso e combinações dos mesmos. Alternativamente, o traçador pode ser selecionado do grupo que consiste em trifluorometano (HFC-23), diclorodifluorometano (CFC-12), clorodifluorometano HCFC-22), cloreto de metila (R-40), clorofluorometano (HCFC-31), fluoroetano (HFC-161), 1,1,-difluoroetano (HFC-152a), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), cloropentafluoroetano (CFC-115), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114),

1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114a), 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano (HCFC-124), pentafluoroetano (HFC-125), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (HFC-134), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb), 1,1,2,2-tetrafluoropropano (HFC-254cb), 1,1,1,2-tetrafluoropropano (HFC-254eb), 1,1,1-trifluoropropano (HFC-263fb), 1,1-difluoro-2-cloro (HCFC-1122), 2-cloro-1,1,2-trifluoroetileno (CFC-1113), 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropentano (HFC-43-10mee), 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-heptano, hexafluorobutadieno, 3,3,3-trifluoropropino, iodotrifluorometano, hidrofluorocarbonetos deuterados, hidrofluorocarbonetos deuterados, perfluorocarbonetos, fluoroéteres, compostos bromados, compostos iodados, álcoois, aldeídos, cetonas, óxido nitroso (N₂O) e misturas dos mesmos. Em algumas modalidades, o traçador é uma blenda contendo dois ou mais hidrofluorocarbonetos, ou um hidrofluorocarboneto em combinação com um ou mais perfluorocarbonetos. Em outras modalidades, o traçador é uma blenda de pelo menos um CFC e pelo menos um HCFC, HFC ou PFC.

[0081] O traçador pode ser adicionado às composições da presente invenção em quantidades predeterminadas para permitir a detecção de qualquer diluição, contaminação ou outra alteração da composição. Adicionalmente, os traçadores podem permitir a detecção de produto que infringe os direitos patentários existentes, pela identificação do produto do proprietário da patente versus o produto infringente competitivo. Além disso, em uma modalidade, os compostos traçadores podem permitir a detecção de um processo de fabricação pelo qual um produto é produzido, permitindo, dessa forma, a detecção da infração de uma patente relativa à química de um processo de fabricação específico.

[0082] O aditivo que pode ser usado com as composições da presente invenção pode ser, alternativamente, um perfluoropoliéter, conforme descrito em detalhe na Publicação U.S. nº 2007/0284555, aqui incorporada a título de referência.

[0083] Será reconhecido que alguns dos aditivos citados acima como adequados para o componente não refrigerante têm sido identificados como potenciais refrigerantes. Entretanto, de acordo com esta invenção, quando estes aditivos são usados, não estão presentes em uma quantidade que afetaria as características novas e básicas das misturas refrigerantes desta invenção. De preferência, as misturas refrigerantes e as composições desta invenção que as contêm, contêm não mais que cerca de 0,5 por cento em peso de refrigerantes diferentes de HFC-32, HFO-1234yf e CO₂.

[0084] Em uma modalidade, as composições aqui reveladas podem ser fabricadas por qualquer método conveniente para combinar as quantidades desejadas dos componentes individuais. Um método preferencial é pesar as quantidades de componentes desejadas e, depois, combinar os componentes em um recipiente adequado. A agitação pode ser usada, se for desejada.

[0085] As composições da presente invenção podem ter potencial de depleção de ozônio zero e baixo potencial de aquecimento global (GWP). Além disso, as composições da presente invenção podem ter potenciais de aquecimento global que são menores que os potenciais de aquecimento global de muitos refrigerantes à base de hidrofluorocarbonetos atualmente em uso e mesmo menos que muitos produtos substitutos propostos.

APARELHO E MÉTODOS DE USO

[0086] As composições aqui reveladas são úteis como composições transferência de calor ou refrigerantes. Em particular, as composições compreendendo uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como refrigerantes. Além disso, as composições

que compreendem uma mistura refrigerante consistindo essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como substitutos para R-410A em sistemas de refrigeração, de condicionamento de ar ou bombas de calor. Em particular, as composições compreendendo uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como substitutos para R-410A em sistemas e aparelhos de condicionamento de ar e bombas de calor. Alternativamente, as composições compreendendo uma mistura refrigerante que consiste em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como substitutos para R-410A em sistemas e aparelhos de condicionamento de ar e bombas de calor. Adicionalmente, as composições que compreendendo uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como substituições para R-410A em sistemas e aparelhos de refrigeração. Adicionalmente, as composições compreendendo uma mistura refrigerante consistindo em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ são úteis como substitutos para R-410A em sistemas e aparelhos de refrigeração. E o uso das composições da presente invenção em sistemas e aparelhos de refrigeração se aplica ao uso em refrigeração de temperatura baixa e refrigeração de temperatura média.

[0087] Dessa forma, é revelado na presente invenção um processo para a produção de resfriamento compreendendo evaporar uma composição que compreende uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ na vizinhança de um corpo a ser resfriado e, depois, condensar a dita composição. Alternativamente, o processo para a produção de resfriamento compreende evaporar uma composição que compreende uma mistura refrigerante que consiste em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ na vizinhança de um corpo a ser resfriado e, depois, condensar a dita composição. O uso deste método pode ser, em uma modalidade, em refrigeração, condicionamento de ar e bombas de calor. Em outra modalidade, o uso do método para resfriamento pode ser em refrigeração. Em outra modalidade, o uso do método para resfriamento pode ser

em refrigeração de temperatura baixa. Em outra modalidade, o uso do método para resfriamento pode ser em refrigeração de temperatura média. Em outra modalidade, o uso do método para resfriamento pode ser em condicionamento de ar. Em outra modalidade, o uso do método para resfriamento pode ser em bombas de calor.

[0088] Em outra modalidade, é revelado na presente invenção um processo para a produção de aquecimento compreendendo evaporar uma composição que compreende uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ e, depois, condensar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser aquecido. Alternativamente, o processo para a produção de aquecimento compreende evaporar uma composição compreendendo uma mistura refrigerante que consiste em HFC-32, HFO-1234yf, e CO₂ e, depois, condensar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser aquecido. O uso deste método é, em uma modalidade, em bombas de calor.

[0089] Sistemas de refrigeração por compressão de vapor, de condicionamento de ar e de bomba de calor, incluem um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão. Um ciclo de refrigeração reutiliza o refrigerante em múltiplas etapas para produção de um efeito de esfriamento em uma etapa e um efeito de aquecimento em uma etapa diferente. Um ciclo pode ser descrito de modo simplificado, como a seguir. O refrigerante líquido entra em um evaporador através de um dispositivo de expansão, e o refrigerante líquido ferve dentro do evaporador, por remoção de calor do ambiente, a uma baixa temperatura para formar um gás e produzir esfriamento. Com frequência, ar ou um fluido de transferência de calor pode fluir sobre o ou ao redor do evaporador para transferir o efeito de esfriamento causado pela evaporação do refrigerante dentro do evaporador para um corpo a ser esfriado. O gás de baixa pressão entra em um compressor onde o gás é

comprimido para elevar as suas pressão e temperatura. O refrigerante gasoso de pressão mais alta (comprimido) entra, então, no condensador no qual o refrigerante condensa-se e descarrega seu calor para o ambiente. O refrigerante retorna para o dispositivo de expansão através do qual o líquido se expande do nível de pressão mais alta dentro do condensador para o nível de pressão mais baixa dentro do evaporador, repetindo, dessa forma, o ciclo.

[0090] Um corpo a ser resfriado ou aquecido pode ser definido como qualquer espaço, local, objeto ou corpo para o qual é desejável fornecer esfriamento ou aquecimento. Exemplos incluem espaços (abertos ou fechados) que necessitam de condicionamento de ar, esfriamento, ou aquecimento, como uma sala, uma apartamento, ou um edifício, tal como um edifício de apartamentos, dormitório de universidade, casa com terraço, ou outra casa anexada ou lar de família individual, hospitais, edifícios comerciais, supermercados, salas de aula de instituições de ensino superior ou de universidades, ou edifícios de administração e compartimentos de passageiros de automóveis ou de caminhões.

[0091] Por "na vizinhança de", quer-se dizer que o evaporador do sistema contendo a composição refrigerante pode estar localizado quer dentro do quer adjacente ao corpo a ser esfriado, de tal modo que o ar movendo-se sobre o evaporador mover-se-ia para dentro do ou ao redor do corpo a ser esfriado. No processo para produção de aquecimento, "na vizinhança de" significa que o condensador do sistema contendo a composição refrigerante está localizado quer dentro do quer adjacente ao corpo a ser aquecido, de modo que o ar movendo-se sobre o evaporador mover-se-ia para dentro do ou ao redor do corpo a ser aquecido.

[0092] É fornecido um método para substituir R-410A em sistemas de condicionamento de ar ou de bombas de calor compreendendo substituir o dito R-410A por uma composição compreendendo uma mistura consistindo essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂, no dito sistema de

condicionamento de ar ou de bomba de calor, no lugar de R-410A. Alternativamente, o método para substituir R-410A em sistemas de condicionamento de ar ou de bombas de calor compreende substituir o dito R-410A por uma composição compreendendo uma mistura refrigerante que consiste em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ no dito sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor, no lugar de R-410A.

[0093] Frequentemente, os refrigerantes de substituição são mais úteis se capazes de serem utilizados no equipamento de refrigeração original projetado para um refrigerante diferente. Adicionalmente, as composições conforme reveladas na presente invenção podem ser úteis como substitutas para R-410A em equipamento projetado para R-410A com mínimas a nenhuma modificação no sistema. Além disso, as composições podem ser úteis para substituir R-410A em equipamentos especificamente modificados ou produzidos inteiramente para estas novas composições compreendendo HFC-32, HFO-1234yf e CO₂.

[0094] Em muitas aplicações, algumas modalidades das composições reveladas são úteis como refrigerantes e fornecem desempenho de esfriamento (significando capacidade de esfriamento) ao menos comparável ao do refrigerante para o qual um substituto está sendo procurado.

[0095] Em uma modalidade é fornecido um método para a substituição de R-410A compreendendo carregar um sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor com uma composição que compreende uma mistura refrigerante que consiste em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂ como substituição para o dito R-410A.

[0096] Em uma modalidade do método, a capacidade de refrigeração produzida pela composição refrigerante compreendendo uma mistura refrigerante consistindo essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf, e CO₂ está dentro de cerca de $\pm 10\%$ daquela produzida por R-410A sob as mesmas condições de operação.

Em outra modalidade do método, a capacidade de refrigeração produzida pela composição refrigerante compreendendo uma mistura refrigerante consistindo essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf, e CO₂ está dentro de cerca de $\pm 5\%$ daquela produzida por R-410A sob as mesmas condições de operação. Em outra modalidade do método, a capacidade de refrigeração produzida pela composição compreendendo uma mistura refrigerante consistindo essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf, e CO₂ está dentro de cerca de $\pm 2\%$ daquela produzida por R-410A sob as mesmas condições de operação.

[0097] Adicionalmente, é revelado na presente invenção um sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor compreendendo um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão caracterizado por conter uma composição compreendendo HFC-32, HFO-1234yf e CO₂.

[0098] Em outra modalidade, é revelado na presente invenção um sistema de refrigeração compreendendo um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão caracterizado por conter uma composição compreendendo HFC-32, HFO-1234yf e CO₂. O aparelho pode ser destinado para refrigeração de temperatura baixa ou para refrigeração de temperatura média.

[0099] Descobriu-se que as composições da presente invenção terão algum deslizamento de temperatura nos trocadores de calor. Dessa forma, os sistemas operarão mais eficientemente se os trocadores de calor forem operados no modo de contracorrente ou no modo de corrente transversal com tendência de contracorrente. A tendência de contracorrente significa que quanto mais próximo o trocador de calor puder atingir o modo de contracorrente, mais eficiente será a transferência de calor. Dessa forma, trocadores de calor para condicionamento de ar, em particular evaporadores, são destinados a fornecer algum aspecto da tendência de contracorrente. Portanto, é aqui fornecido um sistema de condicionamento de ar ou bomba de calor, sendo que o dito sistema inclui um ou

mais trocadores de calor (quer evaporadores, condensadores quer ambos) que operam no modo de contracorrente ou no modo de corrente transversal com a tendência de contracorrente.

[0100]Adicionalmente, as composições da presente invenção podem ser usadas em sistemas com trocadores de calor operando no modo de corrente transversal.

[0101]Em uma outra modalidade, é fornecido na presente invenção um sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor, sendo que o dito sistema inclui um ou mais trocadores de calor (quer evaporadores, condensadores quer ambos) que operam no modo de contracorrente, no modo de corrente transversal, ou no modo de corrente transversal com a tendência de contracorrente.

[0102]Em uma modalidade, o sistema de refrigeração, condicionamento de ar ou bomba de calor é um sistema de refrigeração, condicionamento de ar ou bomba de calor estacionário. Em outra modalidade, o sistema de refrigeração, condicionamento de ar ou bomba de calor é um sistema de refrigeração, condicionamento de ar ou bomba de calor móvel.

[0103]Além disso, em algumas modalidades, as composições reveladas podem funcionar como refrigerantes primários em sistemas de circuito secundário que proporcionam esfriamento para localizações remotas pelo uso de um fluido de transferência de calor secundário, que pode compreender água, uma solução aquosa de sal (por exemplo, de cloreto de cálcio), um glicol, dióxido de carbono, ou um fluido de hidrocarboneto fluorado. Neste caso o fluido de transferência de calor secundário é o corpo a ser esfriado, porque está adjacente ao evaporador e é esfriado antes da movimentação para um corpo remoto secundário a ser esfriado.

[0104]Exemplos de sistemas de condicionamento de ar ou de bomba de calor incluem, mas não se limitam a, condicionadores de ar, bombas

de calor residenciais, resfriadores, incluindo resfriadores evaporadores inundados e resfriadores de expansão direta, unidades de condicionamento de ar móveis, desumidificadores e combinações dos mesmos.

[0105] Como aqui usado, "sistemas de refrigeração, condicionamento de ar ou bomba de calor móveis" referem-se a qualquer aparelho de refrigeração, condicionador de ar ou bomba de calor incorporado em uma unidade de transporte para a via rodoviária, férrea, marítima ou aérea. Sistemas de condicionamento de ar ou bombas de calor móveis podem ser usados em automóveis, caminhões, carros ferroviários ou outros sistemas de transporte. A refrigeração móvel pode incluir refrigeração de transporte em caminhões, aviões ou, carros ferroviários. Além disso, os aparelhos que se destinam a fornecer refrigeração para um sistema independente de qualquer veículo em movimento, conhecidos como sistemas "intermodais", estão incluídos nas presentes invenções. Tais sistemas intermodais incluem "contêineres" (transporte marítimo/terrestre combinado) e também "contêineres móveis" ["swap bodies"] (transporte rodoviário/ferroviário combinado).

[0106] Como aqui usado, os sistemas de condicionamento de ar ou bomba de calor estacionários são sistemas que estão fixados no lugar durante a operação. Um sistema de condicionamento de ar ou bomba de calor estacionário pode estar associado dentro de ou anexados a construções de qualquer variedade. Estas aplicações estacionárias podem ser bombas de calor e de condicionamento de ar estacionárias incluindo, mas não se limitando a resfriadores, bombas de calor, incluindo bombas de calor de alta temperatura e residenciais, sistemas de condicionamento de ar residenciais, comerciais ou industriais, e incluindo sistemas de janela, sem dutos, com dutos, compactos terminais, resfriadores, e aqueles exteriores mas não conectados à construção/prédio/edifício como sistemas de cobertura superior externa de construção/prédio/edifício.

[0107] Exemplos de sistemas de refrigeração, nos quais as composições reveladas podem ser úteis, são equipamentos incluindo refrigeradores e congeladores comerciais, industriais ou residenciais, máquinas de fabricar gelo, refrigeradores e congeladores de peça única, resfriadores evaporadores inundados, refrigeradores de expansão direta, refrigeradores e congeladores dos tipos "walk-in" e "reach-in", e sistemas de combinação. Em algumas modalidades, as composições reveladas podem ser usadas em sistemas de refrigeração de supermercados. Adicionalmente, as aplicações estacionárias podem utilizar um sistema de circuito secundário que usa um refrigerante primário para produção de esfriamento em um local que é transferido para um local remoto via um fluido de transferência de calor secundário.

[0108] No sistema de refrigeração, de condicionamento de ar e de bomba de calor da presente invenção, os trocadores de calor operarão dentro de certas limitações de temperatura. Para condicionamento de ar, em uma modalidade, o evaporador funcionará em temperatura no ponto médio de cerca de 0°C a cerca de 20°C. Em outra modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de 0°C a cerca de 15°C. Em ainda outra modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de 5°C a cerca de 10°C.

[0109] Para refrigeração de temperatura média, em uma modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de -25°C a cerca de 0°C. Em outra modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de -18°C a cerca de -1°C.

[0110] Para refrigeração de temperatura baixa, em uma modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de -45°C a cerca de -10°C. Em outra modalidade, o evaporador operará em temperatura no ponto médio de cerca de -40°C a cerca de -18°C.

[0111] Em uma modalidade, o condensador operará a uma

temperatura média de cerca de 15°C a cerca de 60°C. Em outra modalidade, o condensador operará em temperatura no ponto médio de cerca de 20°C a cerca de 60°C. Em outra modalidade, o condensador operará em temperatura no ponto médio de cerca de 20°C a cerca de 50°C.

EXEMPLOS

[0112] Os conceitos revelados na presente invenção serão adicionalmente descritos nos seguintes exemplos, que não limitam o escopo da invenção descrito nas reivindicações.

EXEMPLO

DESEMPENHO DE RESFRIAMENTO

[0113] O desempenho de resfriamento em condições típicas para o aparelho de condicionamento de ar e de bomba de calor para as composições da presente invenção é determinado e apresentado na tabela 1 em comparação com R-410A. Os valores de GWP são do "Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report, Working Group I, 2007 (AR4)". Deslizamento de temperatura médio (Deslizamento Temp Médio: a média do deslizamento de temperatura no evaporador e do deslizamento de temperatura no condensador), capacidade de resfriamento (Capacidade), e temperaturas de descarga do compressor (Temp Desc Compr) são calculados a partir de medições das propriedades físicas para as composições da presente invenção nas seguintes condições específicas:

Temperatura do evaporador	50°F (10°C)
Temperatura do condensador	115°F (46,1°C)
Quantidade de superaquecimento	20°F (11,1 K)
Quantidade de subresfriamento	15°F (8,3 K)
Eficiência do Compressor	70%

TABELA 1

Composição (% em peso)	GWP (AR4)	Deslizamento Temp Média, °C	Capacidade relativa para R- 410A (%)	COP relativo para R-410A (%)	Temp Desc Compr, °C
R-410A (100)	2088	0,1	100	100	81,5
Composições comparativas					
R32/R1234yf/CO ₂ , % em peso					
40/51/9	272	8,3	98%	98%	74
21,5/75,5/3	148	8,4	72%	101%	65
21,5/72,5/6	148	10,5	79%	100%	68
21,5/69,5/9	148	12,3	86%	100%	71
R32/R1234yf					
59/41	400	1,9	92%	103%	84
58/42	393	2,0	92%	103%	84
57/43	386	2,1	91%	103%	84
56/44	380	2,2	91%	103%	83
55/45	373	2,3	90%	103%	83
R32/ R1234yf/CO ₂ , % em peso					
59/41/1	400	2,4	94%	102%	85
59/39/2	400	2,9	96%	102%	86
59/38/3	400	3,5	99%	102%	87
59/37/4	399,8	3,9	101%	102%	87
59/36/5	399,7	4,4	103%	101%	88
59/35/6	400	4,8	105%	101%	89
59/34/7	400	5,3	107%	101%	90
59/33/8	400	5,7	109%	100%	90
58/41/1	393	2,5	94%	102%	85
58/40/2	393	3,0	96%	102%	86
58/39/3	393	3,5	98%	102%	86
58/38/4	393	4,0	100%	102%	87
58/37/5	393	4,5	102%	101%	88
58/36/6	393	4,9	104%	101%	89
58/35/7	393	5,4	107%	101%	89
58/34/8	393	5,8	109%	100%	90
57/39/4	386	4,1	98%	102%	85
56/40/4	380	4,2	98%	102%	85
55/40/5	373	4,8	99%	101%	85
54/42/4	366	4,4	97%	102%	84
53/41/6	359	5,5	100%	101%	85
52/42/6	353	5,6	99%	101%	84
51/43/6	346	5,7	99%	101%	84
50/45/5	339	5,4	96%	101%	83
49/46/5	333	5,5	96%	101%	83
48/47/5	326	5,7	95%	101%	83
47/48/5	319	5,8	94%	101%	82
46/49/5	313	6,0	94%	101%	82
45/48/7	306	7,0	97%	101%	83
44/53/3	299	5,2	90%	102%	83

Composição (% em peso)	GWP (AR4)	Deslizamento Temp Média, °C	Capacidade relativa para R- 410A (%)	COP relativo para R-410A (%)	Temp Desc Compr, °C
44/52/4	299	5,7	92%	102%	83
44/51/5	299	6,2	94%	101%	84
44/50/6	299	6,7	97%	101%	85
44/49/7	299	7,2	99%	101%	86
44/48/8	299	7,7	101%	100%	87
43/53/4	286	6,4	91%	99%	81
43/52/5	286	6,9	93%	99%	81
43/51/6	286	7,3	95%	98%	82
43/50/7	286	7,8	97%	98%	82
43/49/8	292	5,8	90%	100%	80
42/53/5	292	6,3	92%	99%	81
42/52/6	292	6,7	94%	99%	82
42/51/7	292	7,2	96%	98%	82
42/50/8	292	7,6	97%	98%	83

[0114] Todas as composições da presente invenção fornecidas na Tabela 1 fornecem capacidade volumétrica dentro de $\pm 10\%$ daquela para R-410A, enquanto que fornecem um deslizamento de temperatura médio menor que 8°C e têm temperaturas de descarga de compressor razoáveis em comparação com R-410A. Muitas das composições da Tabela 1 fornecem uma capacidade volumétrica dentro de $\pm 5\%$ daquela para R-410A. Adicionalmente, algumas das composições da Tabela 1 fornecem capacidade volumétrica dentro de $\pm 2\%$ daquela para R-410A. E todas as composições mostram excelente eficiência energética (como COP em relação a R-410A) que é para muitas das presentes composições um aperfeiçoamento sobre R-410A.

MODALIDADES SELECIONADAS

[0115] Modalidade A1: Uma composição que compreende uma mistura refrigerante para substituir R-410A consistindo essencialmente em difluorometano, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e dióxido de carbono.

[0116] Modalidade A2: A composição da modalidade A1, compreendendo uma mistura refrigerante para substituir R-410A sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a cerca de

59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 33 a cerca de 53 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e de cerca de 1 a cerca de 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0117] Modalidade A3: A composição de qualquer uma das modalidades A1 e A2, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a cerca de 59 em peso de difluorometano, de cerca de 35 a cerca de 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 2 a cerca de 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0118] Modalidade A4: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A3, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a 48 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 3 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0119] Modalidade A5: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A4, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a 47 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 40 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e cerca de 3 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0120] Modalidade A6: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A5, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 44 a 47 por cento em peso de HFC-32, de cerca de 40 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 5 a 9 por cento em peso de CO₂.

[0121] Modalidade A7: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A6, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a 45 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 46 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 6 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0122]Modalidade A8: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A7, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a 44 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 48 a 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 7 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0123]Modalidade A9: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A8, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 44 por cento em peso de difluorometano, cerca de 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 7 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0124]Modalidade A10: A composição de qualquer uma das modalidades A1, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 47 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a cerca de 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 3 a cerca de 8 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0125]Modalidade A11: A composição de qualquer uma das modalidades A1 e A10, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 52 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a cerca de 42 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 3 a cerca de 6 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0126]Modalidade A12: A composição de qualquer uma das modalidades A1, A10 e A11, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em cerca de 58 por cento em peso de difluorometano, cerca de 38 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 4 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0127]Modalidade A13: A composição de qualquer uma das modalidades A1 e A10 a A12, sendo que a dita mistura refrigerante consiste

essencialmente em de cerca de 58 por cento em peso de difluorometano, cerca de 38 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 4 por cento em peso de dióxido de carbono.

[0128] Modalidade A14: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A13, compreendendo, adicionalmente, um ou mais componentes selecionados do grupo que consiste em lubrificantes, corantes, agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizantes, traçadores, agentes de antidesgaste, agentes de extrema pressão, inibidores de corrosão e de oxidação, redutores de energia de superfície metálica, desativadores de superfície metálica, sequestrantes de radicais livres, agentes controladores de espuma, aperfeiçoadores de índice de viscosidade, agentes redutores do ponto de fluidez, detergentes, ajustadores de viscosidade e misturas dos mesmos.

[0129] Modalidade A15: A composição de qualquer uma das modalidades A1 a A13, compreendendo, adicionalmente, um lubrificante selecionado do grupo que consiste em óleo mineral, alquilbenzeno, ésteres de poliol, poli(glicóis alquilênicos), poli(éteres vinílicos), policarbonatos, perfluoropoliéteres, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos, poli(alfa-olefinas) e combinações dos mesmos.

[0130] Modalidade A16: A composição de qualquer uma das modalidades A14, sendo que o dito lubrificante é selecionado do grupo que consiste em óleo mineral, alquilbenzeno, ésteres de poliol, poli(glicóis alquilênicos), poli(éteres vinílicos), policarbonatos, perfluoropoliéteres, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos, poli(alfa-olefinas) e combinações dos mesmos.

[0131] Modalidade B1: Um processo para produção de resfriamento compreendendo condensar a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12 e depois, evaporar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser resfriado.

[0132] Modalidade B2: Um processo para produção de

aquecimento compreendendo evaporar a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12 e, depois, condensar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser aquecido.

[0133] Modalidade C1: Um método para substituição de R-410A em sistemas de condicionamento de ar ou de bomba de calor compreendendo fornecer ao sistema a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12, como substituição para o dito R-410A no dito sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor.

[0134] Modalidade C2: Um método para substituição de R-410A em sistemas de refrigeração compreendendo fornecer ao sistema a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12, como substituição para o dito R-410A no dito sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor.

[0135] Modalidade C3: O método da modalidade C1, sendo que o dito sistema compreende um evaporador e sendo que o dito evaporador opera com temperatura no ponto médio entre cerca de 0°C e cerca de 20°C.

[0136] Modalidade C4: O método da modalidade C2, sendo que o dito sistema compreende um evaporador e sendo que o dito evaporador opera com temperatura no ponto médio entre cerca de -45°C e cerca de -10°C.

[0137] Modalidade C5: O método da modalidade C2, sendo que o dito sistema compreende um evaporador e sendo que o dito evaporador opera com temperatura no ponto médio entre cerca de -25°C e cerca de 0°C.

[0138] Modalidade D1: Um sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor compreendendo um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão, caracterizado por conter a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12.

[0139] Modalidade D2: O sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor da modalidade D1, sendo que o dito sistema inclui um ou mais trocadores de calor que operam no modo de contracorrente, no modo de corrente

transversal, ou no modo de corrente transversal com a tendência de contracorrente.

[0140] Modalidade D3: Um sistema de refrigeração compreendendo um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão, caracterizado por conter a composição de qualquer uma das modalidades A1 a A12.

[0141] Modalidade D4: O sistema de refrigeração da modalidade D3, sendo que o dito sistema inclui um ou mais trocadores de calor que operam no modo de contracorrente, no modo de corrente transversal, ou no modo de corrente transversal com a tendência de contra-corrente.

[0142] Modalidade D5: O sistema de refrigeração da modalidade D3 ou D4, sendo que o dito sistema compreende um sistema de refrigeração de temperatura baixa, e sendo que o dito evaporador opera em uma temperatura no ponto médio entre cerca de -45°C e cerca de -10°C .

[0143] Modalidade D6: O sistema de refrigeração da modalidade D3 ou D4, sendo que o dito sistema compreende um sistema de refrigeração de temperatura média, e sendo que o dito evaporador opera em temperatura no ponto médio entre cerca de -25°C e cerca de 0°C .

[0144] Modalidade D7: O sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor da modalidade D1 ou D2, sendo que o dito evaporador opera com temperatura no ponto médio entre cerca de 0°C e cerca de 20°C .

[0145] Modalidade E1: As composições de qualquer uma das modalidades A1 a A12, sendo que os processos das modalidades B1 ou B2, os métodos das modalidades C1 a C5, ou os sistemas de qualquer uma das modalidades D1 a D7, sendo que a mistura refrigerante tem um GWP de 400 ou menos.

[0146] Modalidade E2: As composições de qualquer uma das modalidades A1 a A12, sendo os processos das modalidades B1 ou B2, os métodos das modalidades C1 a C5, ou os sistemas de qualquer uma das

modalidades D1 a D7, sendo que a mistura refrigerante tem um GWP de 300 ou menos.

REIVINDICAÇÕES

1. COMPOSIÇÃO, caracterizada por compreender uma mistura refrigerante para substituir R-410A, sendo que a dita mistura refrigerante consiste essencialmente em de cerca de 42 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 33 a cerca de 53 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e cerca de 1 a cerca de 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

2. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em de cerca de 42 a cerca de 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 35 a cerca de 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 2 a cerca de 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

3. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em de cerca de 42 a 59 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 37 a 48 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 3 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

4. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em de cerca de 42 a 47 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 40 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 3 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

5. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em de cerca de 42 a 45 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 46 a 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 6 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

6. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em de cerca de 42 a 44 por cento em peso de difluorometano, de cerca de 48 a 51 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e de cerca de 7 a 9 por cento em peso de dióxido de carbono.

7. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em cerca de 44 por cento em peso de difluorometano, cerca de 49 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e cerca de 7 por cento em peso de dióxido de carbono.

8. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a dita mistura refrigerante consistir essencialmente em cerca de 44 por cento em peso de difluorometano, cerca de 53 por cento em peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, e cerca de 3 por cento em peso de dióxido de carbono.

9. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender, adicionalmente, um ou mais componentes selecionados do grupo que consiste em lubrificantes, corantes, agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizantes, traçadores, agentes de antidesgaste, agentes de extrema pressão, inibidores de corrosão e de oxidação, redutores de energia de superfície metálica, desativadores de superfície metálica, sequestrantes de radicais livres, agentes controladores de espuma, aperfeiçoadores de índice de viscosidade, agentes abaixadores de ponto de fluidez, detergentes, ajustadores de viscosidade e misturas dos mesmos.

10. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada por o dito lubrificante ser selecionado do grupo que consiste em óleo mineral, alquilbenzeno, ésteres de poliol, poli(glicóis alquilênicos), poli(éteres vinílicos), policarbonatos, perfluoropoliéteres, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos, poli(alfa-olefinas), e combinações dos mesmos.

11. PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE RESFRIAMENTO, caracterizado por compreender condensar a composição, conforme definida na reivindicação 1, e, depois, evaporar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser esfriado.

12. PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE AQUECIMENTO, caracterizado por compreender evaporar a composição, conforme definida na reivindicação 1, e, depois, condensar a dita composição na vizinhança de um corpo a ser aquecido.

13. MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE R-410A em sistemas de condicionamento de ar ou de bomba de calor, caracterizado por compreender fornecer a composição, conforme definida na reivindicação 1, como substituição para o dito R-410A, no dito sistema de condicionamento de ar ou de bomba de calor.

14. SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR ou de bomba de calor compreendendo um evaporador, um compressor, um condensador e um dispositivo de expansão, o dito sistema caracterizado por conter a composição conforme definida na reivindicação 1.

RESUMO**"COMPOSIÇÃO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE RESFRIAMENTO,
PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE AQUECIMENTO, MÉTODO DE
SUBSTITUIÇÃO DE R-410A E SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR"**

De acordo com a presente invenção, são reveladas composições refrigerantes. As composições compreendem uma mistura refrigerante que consiste essencialmente em HFC-32, HFO-1234yf e CO₂. As composições são úteis como refrigerantes em processos para produzir resfriamento e aquecimento, em métodos para substituir o refrigerante R-410A, e em sistemas de refrigeração, de condicionamento de ar ou de bomba de calor. Estas composições da invenção equiparam-se à capacidade de resfriamento de R-410A dentro de $\pm 10\%$ com GWP menor que 400 ou menor que 300.