

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

(21) **PI0617551-1 A2**

(22) Data de Depósito: 22/09/2006
(43) Data da Publicação: 26/07/2011
(RPI 2116)



★ B R P I 0 6 1 7 5 5 1 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*
C07B 63/00 2006.01
B01D 3/00 2006.01
C07C 17/386 2006.01

(54) Título: **PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM OU MAIS COMPONENTES DE UMA MISTURA MULTI-COMPONENTES**

(30) Prioridade Unionista: 22/09/2005 US 60/719,735

(73) Titular(es): E.I. Du Pont de Nemours and Company

(72) Inventor(es): Akimichi Yokozeki, Mark B. Shiflett, Martin Schiller

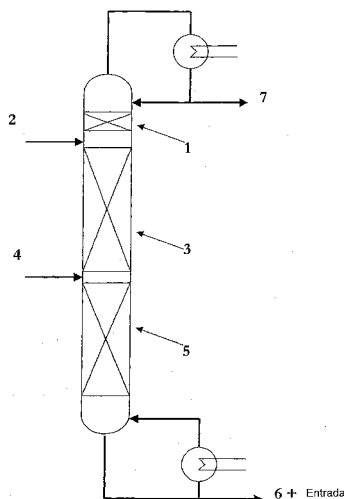
(74) Procurador(es): Kátia Jane Ferreira Evangelista

(86) Pedido Internacional: PCT US2006037137 de 22/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/038363 de 05/04/2007

(57) Resumo: CESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM OU MAIS COMPONENTES DE UMA MISTURA MULTI-COMPONENTES A presente invenção refere-se a um processo para a separação de componentes próximos à ebulição e azeotrópicos de misturas, em que ditas misturas compreende pelo menos um composto de hidrofluorcarbono, utilizando pelo menos um líquido iônico.

Diagrama esquemático de sistema de destilação extrativo simples





PI0617551-1

1

“PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM OU MAIS COMPONENTES DE UMA MISTURA MULTI-COMPONENTES”

O presente pedido de patente reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisório US 60/719.735, depositado em 22 de setembro de 2005,
5 que é incorporado em sua totalidade como sua parte para todos os propósitos.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo para a separação de componentes de uma mistura que contém um ou mais compostos de hidrofluorcarbono pelo uso de um líquido iônico. O processo é útil para a
10 separação de componentes de uma mistura azeotrópica ou de pontos de ebulição próximos por um processo que pode incluir, por exemplo, a destilação extrativa, em que um líquido iônico é utilizado como um arraste.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Os processos para a separação dos componentes em uma
15 mistura são numerosos, e um de tais processos que é comumente utilizado na destilação, que afeta a separação dos componentes baseados nas diferenças de suas respectivas volatilidades. As misturas azeotrópicas, em que os componentes possuem a mesma fase de vapor e a composição da fase líquida, e as misturas de pontos de ebulição próximos não podem, entretanto, ser
20 separadas pela destilação convencional. Para remediar esta situação, um processo que é freqüentemente utilizado para a separação de uma mistura dos componentes que possuem pontos de ebulição similares é a destilação extrativa, em que um arraste é adicionado à mistura para interagir seletivamente com um ou mais dos componentes da mistura tal que a
25 separação do outro(s) componente(s) torna-se possível. Seiler et al., (*Amer. Inst. Chem. Engrs J.* (2004) 50:2439 - 2453) descreve o uso de um líquido iônico como um arraste na destilação extrativa para a separação dos sistemas azeotrópicos de etanol – água e THF – água. O pedido de patente US

2004/0133058 também descreve um processo para a separação de misturas de pontos de ebulição próximos e homo e hetero azeotrópicos pela utilização de líquidos iônicos.

Entretanto, ainda permanece uma necessidade por processos
5 aprimorados a serem utilizados para a separação de componentes em misturas azeotrópicas ou de pontos de ebulição próximos que contém pelo menos um composto de hidrofluorcarbono.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

A presente invenção envolve a separação de um componente de
10 uma mistura onde a mistura contém um composto de hidrofluorcarbono. Em uma realização, a presente invenção fornece, deste modo, um processo para a separação de um ou mais componentes de uma mistura multi-componentes, em que a mistura compreende uma mistura azeotrópica ou de pontos de ebulição próximos e, em que a mistura compreende um composto de
15 hidrofluorcarbono e um ou mais membros do grupo que consiste em:

(a) outro composto de hidrofluorcarbono;

(b) um composto de fluorcarbono;

(c) um hidrocarboneto não fluorado selecionado a partir do grupo que consiste em alcanos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄ e
20 alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄;

(d) um gás inerte selecionado a partir do grupo que consiste em N₂, O₂, CO₂, CO, NH₃, Ar e H₂; e

(e) água; e

em que o processo compreende colocar a mistura em contato
25 com um ou mais líquidos iônicos em que um componente da mistura é solúvel em uma menor proporção do que pelo menos outro composto da mistura, e a separação do componente de menor solubilidade da mistura.

Quando o processo é realizado pela utilização de uma técnica, tal

como a destilação extrativa, o processo também pode envolver as etapas tais como o ajuste da temperatura e/ou pressão da mistura.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A Figura 1 é um diagrama esquemático de um sistema de destilação extrativo simples.

A Figura 2 é um diagrama esquemático de um processo de destilação extrativo ASPEN simples.

A Figura 3 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 4 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-125 + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 5 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-134a + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 6 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-143a + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 7 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-152a + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 8 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [bmim][BF₄] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 9 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-23 + [bmim][PF₆] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 10 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-23 + [emim][PF₆] como uma função da pressão. Os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 60° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 11 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [dmpim][TMeM] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 12 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [emim][BEI] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 13 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [emim][BMel] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 14 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [pmpy][BMel] como uma função da

pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 15 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em frações de mols) do sistema HFC-32 + [bmpy][BMeI] como uma função da pressão. Os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos a 10° C, os triângulos cheios (▲) representa os dados isotérmicos medidos a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos a 50° C, e os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos a 75° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 16 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos a 25° C dos sistemas HFC-32 + oito líquidos iônicos diferentes como uma função da pressão para comparação. Os losangos vazios (◇) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + 1-etil-3-metilimidazolium bis(pentafluoroetilsulfonil)imida, os círculos vazios (○) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + 1-propil-2,3-dimetilimidazolium tris(trifluoroetilsulfonil)metida a 25° C, os quadrados vazios (□) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + 1-propil-2,3-dimetilimidazolium bis(trifluoroetilsulfonil)imida a 25° C, os losangos cheios (◆) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + 3-metil-1-propilpiridinium bis(trifluorometilsulfonil)imida, os triângulos vazios (△) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazolio a 25° C, os círculos cheios (●) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + tetrafluorborato de 1-butil-3-metilimidazolio a 25° C, os quadrados cheios (■) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + iodeto de 1,3-dioctilimidazolio hexafluorofosfato a 25° C, e os

.triângulos cheios ($\blacktriangle$) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 + iodeto de 1-octil-3-metilimidazolio a 25° C. As linhas cheias representam a inclinação dos dados.

A Figura 17 mostra dos dados de solubilidade isotérmica medidos (em fração de mols) a 10° C dos sistemas HFC-32, HFC-152a, HFC-134a, HFC-125 e HFC-143a + [bmim][PF₆] em termos de pressão absoluta divididos pela pressão de saturação à 10° C mostrado pela razão (P/P_0). Os losangos vazios ($\diamond$) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-32 a 10° C com $P_0 = 11.069$ bar, os símbolos em forma de xis (X) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-152a a 10° C com $P_0 = 3.7277$ bar, os círculos cheios ($\bullet$) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-134a a 10° C com $P_0 = 4.1461$ bar, os quadrados vazios ($\square$) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-125 a 10° C com $P_0 = 9.0875$ bar, os círculos cheios ($\bullet$) representam os dados isotérmicos medidos para HFC-143a a 10° C com $P_0 = 8.3628$ bar. As linhas cheias representam a inclinação e a linha tracejada representa a Lei de Raoult.

A Figura 18 é um diagrama esquemático do microbalanço gravimétrico utilizado para a medida da absorção de gás em líquidos iônicos. No diagrama j_1 , j_2 e j_3 referem-se ao contra peso, gancho e corrente, respectivamente; i_1 , i_2 e i_3 referem-se ao recipiente da amostra, fio e cadeia, respectivamente, W_g refere-se à força devido à gravidade; e B refere-se à força devido à flutuabilidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se à descoberta de que os componentes de uma mistura que contém componentes próximos aos pontos de fusão ou azeotrópicos, em que pelo menos um componente da mistura é um composto de hidrofluorcarbono, podem ser mais efetivamente separados quando um líquido iônico é adicionado à mistura. A separação pode então

ocorrer pelo emprego de métodos convencionais de separação, tais como pela realização da destilação extrativa, em que o líquido iônico funciona como um arraste. Portanto, a presente invenção fornece uma separação aprimorada por um processo que envolve a separação de pelo menos um componente próximo
 5 ao ponto de fusão ou azeotrópico de uma mistura, onde a mistura compreende um composto de hidrofluorcarbono junto com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em:

(a) pelo menos um composto de hidrofluorcarbono;

(b) pelo menos um composto de fluorocarbono;

10 (c) pelo menos um hidrocarboneto não fluorado selecionado a partir do grupo que consiste em alcanos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄ e alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄;

(d) um gás inerte selecionado a partir do grupo que consiste em N₂, O₂, CO₂, CO, NH₃, Ar e H₂; e

15 (e) água; e

que compreende colocar a mistura em contato com pelo menos um líquido iônico, em que um componente da mistura é solúvel em uma menor proporção do que pelo menos outro composto da mistura, e a separação do componente de menor solubilidade da mistura.

20 A seguinte estrutura de definições é fornecida para uma certa terminologia como empregada neste relatório descritivo:

Um “alcano” ou “composto alcano” é um composto de hidrocarboneto saturado que possui a fórmula geral C_nH_{2n+2} e pode ser um composto de cadeia linear, ramificada ou cíclica.

25 Um “alceno” ou “composto alceno” é um composto de hidrocarboneto insaturado que contém uma ou mais ligações duplas carbono-carbono, e pode ser um composto de cadeia linear, ramificada ou cíclica. Um alceno requer um mínimo de dois carbonos. Um composto cíclico requer um

mínimo de três carbonos.

Um “aromático” ou “composto aromático” inclui o benzeno e os compostos que se assemelham ao benzeno no comportamento químico.

Um “azeótropo” ou uma mistura “azeotrópica” ou “de ponto de ebulição constante” de dois ou mais componentes, é uma mistura em que a composição da fase vapor e das fases líquidas são as mesmas, ou substancialmente as mesmas, na temperatura selecionada ou pressão. Na definição de mistura de ponto de ebulição constante está inclusa uma mistura “quase azeotrópica”, que é uma mistura que mantém uma pressão de vapor substancialmente constante mesmo após as perdas por evaporação, exibindo, deste modo, comportamento de ebulição constante, tal como descrito mais particularmente na patente US 5.709.092. As misturas azeotrópicas e de ponto de ebulição constante também inclui as misturas em que os pontos de ebulição de dois ou mais dos seus componentes são separados por apenas cerca de 5° C ou menos.

Uma mistura “próxima ao ponto de ebulição” é uma mistura em que os pontos de ebulição dos componentes são similares, tais como uma mistura em que os pontos de ebulição de dois ou mais dos seus componentes são separados por apenas cerca de 10° C ou menos.

A “pressão crítica” de uma substância é a pressão requerida para liquefazer um gás em sua temperatura crítica, que é a temperatura na qual e acima da qual o vapor da substância não pode ser liquefeito, independentemente de quanta pressão foi aplicada.

Um “arraste” é um composto útil para a separação de componentes em uma mistura azeotrópica ou de ponto de ebulição constante ou próximo à ebulição, em um processo tal como a destilação extrativa, onde o arraste interage seletivamente com (mas não reage quimicamente com) um ou mais dos componentes individuais da mistura.

A “destilação extrativa” é um processo de separação em que um arraste é adicionado a uma mistura azeotrópica ou de ponto de ebulição constante ou próximo à ebulição para auxiliar na separação dos seus componentes pela volatilização. O arraste interage seletivamente com (mas
5 não quimicamente com) um ou mais componentes dentro da mistura.

Um “líquido iônico fluorado” é um líquido iônico que possui pelo menos um flúor no cátion ou no anion, ou em ambos. Um “cátion fluorado” ou “ânion fluorado” é um cátion ou ânion, respectivamente, que compreende pelo menos um átomo de flúor.

Um “composto de fluorcarbono” é um composto que compreende flúor e carbono, mas não hidrogênio. Um composto de fluorcarbono inclui um composto FC-fluorcarbono (“FC”), que consiste somente de flúor e carbono, bem como um composto de clorofluorcarbono (CFC), em que FC e CFC são termos comuns utilizados para definir os refrigerantes (vide, por exemplo,
15 Ralph C. Downing, *Fluorocarbon Refrigerants Handbook*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ (1998)). Entretanto, os compostos de fluorcarbono também incluem os compostos selecionados a partir do grupo que consiste nos compostos de fluoréter, compostos de fluorcetona, compostos fluoraromáticos e compostos de fluoroolefinas. Os compostos de fluorcarbono também incluem
20 os compostos em que um ou mais substituintes opcionais podem ser selecionados a partir de um ou mais dentre o bromo, cloro e iodo.

Um “halogênio” é o bromo, iodo, cloro ou flúor.

Uma “heteroarila” é um grupo arila que possui um heteroátomo.

Um “heteroátomo” é um átomo exceto o carbono na estrutura de
25 um composto alcanil, alquenil, cíclico ou aromático.

Um “composto de hidrofluorcarbono” é um composto que compreende o flúor, carbono e pelo menos um átomo de hidrogênio. Um composto de hidrofluorcarbono inclui um composto de HFC-hidrofluorcarbono

.(“HFC”), que consiste somente de flúor, carbono e hidrogênio, bem como um composto de hidroclorofluorcarbono (HCFC), em que o HFC e o HCFC são termos comuns utilizados para definir os refrigerantes (vide Ralph C. Downing, *Fluorocarbon Refrigerants Handbook*, acima). Entretanto, os compostos de hidrofluorcarbono também incluem os compostos selecionados a partir do grupo que consiste nos compostos de hidrofluoréter, compostos de hidrofluorcetona, compostos de hidrofluoraromáticos e compostos de hidrofluorolefinas. Os exemplos representativos dos compostos de hidrofluorcarbono incluem o éter de metil nonafluorisobutila, éter de metil nonafluorbutil, éter de etil nonafluorisobutila, éter de etil nonafluorbutila e 3-etóxi-1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluor-2-trifluormetilhexano. Os compostos de hidrofluorcarbono também incluem compostos em que um ou mais dos substituintes opcionais podem ser selecionados a partir de um ou mais dentre o bromo, cloro e iodo.

Um “líquido iônico” é um sal orgânico que é fluido a cerca de 100° C ou abaixo, conforme descrito mais particularmente em *Science* (2003) 302:791-793.

“Opcionalmente substituído com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em”, quando se refere a um grupo ou composto alceno, alceno, alcóxi, fluoroalcóxi, perfluoroalcóxi, fluoroalquila, perfluoroalquila, arila ou heteroarila, significa que um ou mais dos hidrogênio na cadeia carbônica do grupo ou composto pode ser independentemente substituído com um ou mais de um ou mais membros da seleção especificada dos substituintes. Por exemplo, um grupo C_2H_5 substituído pode, sem limitação, ser CF_2CF_3 , CH_2CH_2OH ou CF_2CF_2I .

Um “refrigerante” é uma substância tal como um FC-fluorcarbono, um HFC-hidrofluorcarbono, um clorofluorcarbono, um hidroclorofluorcarbono, um alceno, um alceno, ou um composto aromático; ou amônia, dióxido de

carbono ou outros gases, tais como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e argônio, que é caracterizado pela propriedade de que, quando ele muda de fase de líquido para vapor (isto é, quando ele evapora), remove o calor das proximidades; e quando ele muda de fase de vapor para líquido (isto é, quando ele condensa), ele adiciona calor à suas proximidades. As substâncias refrigerantes também podem conter oxigênio, ou bromo, cloro, iodo, conforme descrito acima, por exemplo, em relação aos compostos de hidrofluorcarbono e fluorcarbono.

“Seletivamente”, “fator de separação” ou “ α_{ij} ” refere-se à razão do coeficiente de atividade infinito do componente i para o coeficiente de atividade infinito do componente j, onde os componentes i e j estão presentes em um grau infinito de diluição em uma mistura, tal como uma mistura que contém um arraste e está sendo submetido à destilação extrativa.

“Separando” ou “para separar” refere-se a remoção de um componente de uma mistura. Em diversas realizações, separando ou para separar pode se referir à remoção parcial ou completa de um componente da mistura. Se a purificação adicional for requerida, uma ou mais das etapas de separação adicionais pode ser requerida para obter a remoção completa. Tais etapas de separação adicional podem incluir, por exemplo, uma ou mais das etapas de destilação, redissolução, retificação, extração, cromatografia e/ou evaporação.

Um “vácuo” é uma pressão inferior a 1 bar, mas superior a 10^{-4} bar para o uso prático em equipamentos que é capaz de realizar uma destilação extrativa.

A presente invenção, refere-se a um processo para a separação de componentes de uma mistura que contém pelo menos um composto de hidrofluorcarbono. O composto de hidrofluorcarbono pode ser selecionado a partir de um ou mais membros do grupo que consiste em compostos de HFC-

hidrofluorcarbono, compostos de hidroclorofluorcarbono, compostos de hidrofluoréter, compostos de hidrofluorcetona, compostos de hidrofluoraromáticos e compostos de hidrofluorolefina. Em adição, a mistura contém pelo menos um componente selecionado a partir do grupo que consiste em (1) pelo menos um outro composto de hidrofluorcarbono; (2) pelo menos um composto de fluorcarbono; (3) pelo menos um hidrocarboneto não fluorado selecionado a partir do grupo que consiste em alcanos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄ e alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄; (4) pelo menos um gás inerte selecionado a partir do grupo que consiste em N₂, O₂, CO₂, CO, NH₃, Ar e H₂; e (5) água. Em adição, a mistura pode compreender opcionalmente um ou mais aditivos que incluem, sem limitação, estabilizantes ou inibidores da corrosão.

Um composto de hidrofluorcarbono, enquanto presente em uma mistura a ser separada pelo processo da presente invenção, enquanto contém pelo menos um átomo de flúor e pelo menos um átomo de hidrogênio, pode conter qualquer combinação destes átomos em adição aos átomos de carbono, e pode incluir os compostos com ligações duplas carbono-carbono. Os exemplos de HFC-hidrofluorcarbonos freqüentemente encontrados em tais misturas a serem separadas incluem o trifluorometano (HFC-23), difluorometano (HFC-32), pentafluoroetano (HFC-125), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (HFC-134), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), 1,1-difluoroetano (HFC-152a) e fluoroetano (HFC-161). Em uma realização, os HFC-hidrocarbonetos presentes em uma mistura conforme separados por um processo da presente invenção, podem ser selecionados a partir do grupo que consiste em trifluorometano (HFC-23), difluorometano (HFC-32), pentafluoroetano (HFC-125), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) e 1,1-difluoroetano (HFC-152a).

Um composto de clorofluorcarbono, enquanto presente em uma

mistura a ser separada pelo processo da presente invenção, enquanto contém pelo menos um átomo de flúor e pelo menos um átomo de cloro, pode conter qualquer combinação destes átomos em adição aos átomos de carbono, e pode incluir os compostos com ligações duplas carbono-carbono. Os exemplos de compostos de clorofluorcarbonos que podem ser encontrados em tais misturas a serem separadas incluem o diclorodifluorometano (CFC-12) e cloropentafluoroetano (CFC-115).

Um composto de hidroclorofluorcarbono, enquanto presente em uma mistura a ser separada pelo processo da presente invenção, enquanto contém pelo menos um átomo de flúor e pelo menos um átomo de hidrogênio, pode conter qualquer combinação destes átomos em adição aos átomos de carbono, e pode incluir os compostos com ligações duplas carbono-carbono. Um exemplo de um composto de hidroclorofluorcarbonos que pode ser encontrado em tal mistura a serem separada inclui o clorodifluorometano (HCFC-22).

Um composto de fluorcarbono, enquanto presente em uma mistura a ser separada pelo processo da presente invenção, pode conter qualquer combinação de átomos de flúor e carbono, e pode incluir os compostos com ligações duplas carbono-carbono. Os exemplos de compostos de fluorcarbonos que podem ser encontrados em tais misturas a serem separadas incluem o perfluormetano (FC-14), perfluoreetano (FC-116) e perfluorpropano (FC-218).

Os compostos de hidrocarboneto não fluorados que podem ser encontrados em tal mistura a ser separada incluem o metano, etano, etileno, propano, ciclopropano, propileno, butano e isobutano.

Um processo da presente invenção pode ser empregado, por exemplo, para separar as misturas recuperadas dos gases refrigerantes para reaver os gases componentes individuais para a reformulação subsequente.

Uma mistura azeotrópica ou de ponto de ebulição constante dos gases refrigerantes que é comumente encontrada é uma mistura de difluorometano (HFC-32), pentafluoroetano (HFC-125) e 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), conforme descrita na patente US 5.709.092, e tal mistura poderia ser
5 vantajosamente processada para a separação de acordo com a presente invenção. Outro tipo de mistura que poderia ser vantajosamente separada por um processo da presente invenção é uma mistura de um ou mais gases refrigerantes com um contaminante, tal como o ar, do qual os gases componentes primários são o nitrogênio e o oxigênio. As misturas específicas
10 dos gases refrigerantes ao qual o processo da presente invenção pode ser vantajosamente aplicado para efetuar a separação incluem um ou mais do grupo que consiste em:

- (i) HFC-32 e HFC-125,
- (ii) HFC-125 e HFC-143a,
- 15 (iii) HFC-32 e HFC-143a,
- (iv) CFC-115 e CFC-125,
- (v) HFC-32 e HFC-134a, e
- (vi) CFC-125 e HFC-134a.

Os líquidos iônicos são compostos orgânicos que são líquidos à
20 temperatura ambiente (cerca de 25° C). Eles diferem da maior parte dos sais na medida em que eles possuem pontos de fusão muito baixos e eles tendem a ser líquido no decurso de um amplo intervalo de temperatura. Muitos deles não são solúveis em hidrocarbonetos não polares, são imiscíveis em água, dependendo do anion; e muitos deles são altamente ionizantes (mas possuem uma resistência
25 dielétrica muito baixa). Os líquidos iônicos não possuem essencialmente pressão de vapor, a maior parte é estável em ar e água, e podem ser neutros, ácidos ou básicos. As propriedades do líquido iônico podem ser adaptadas ao variar o cátion e o ânion. Um cátion ou ânion de um líquido iônico da presente invenção pode, em

princípio, ser qualquer cátion ou ânion, tal que o cátion e ânion juntos formam um sal orgânico que é líquido a ou abaixo de cerca de 100° C.

Muitos líquidos iônicos são formados pela reação de um anel heterocíclico contendo nitrogênio, de preferência, um anel heteroaromático, com um agente alquilante (por exemplo, um haleto de alquila) para formar um sal de amônio quaternário, e realizar a troca iônica ou outras reações apropriadas com diversos ácidos de Lewis ou suas bases conjugadas para formar o líquido iônico. Os exemplos dos anéis heteroaromáticos apropriados incluem as piridinas substituídas, imidazóis, imidazóis substituídos, pirrol e pirrol substituído. Estes anéis podem ser alquilados com qualquer grupo alquila cíclico, ramificado ou linear C₁-C₂₀, mas de preferência, os grupos alquila são os grupos C₁-C₁₆, uma vez que os grupos maiores do que estes podem produzir sólidos de baixo ponto de fusão ao invés de líquidos iônicos. Diversas triarilfosfinas, tioéteres e sais de amônio quaternário cíclicos e não cíclicos também podem ser utilizadas para este propósito. Os contra-íons que podem ser utilizados incluem o cloroaluminato, bromoaluminato, cloreto de gálio, tetrafluoroborato, tetracloroborato, hexafluorofosfato, nitrato, sulfonato de trifluorometano, metilsulfonato, *p*-toluenossulfonato, hexafluoroantimonato, hexafluoroarsenato, tetracloroaluminato, tetrabromoaluminato, perclorato, ânion hidróxido, ânion dicloreto de cobre, ânion tricloreto de ferro, ânion tricloreto de zinco, bem como diversos lantânios, potássio, lítio, níquel, cobalto, manganês e outros anions contendo metal.

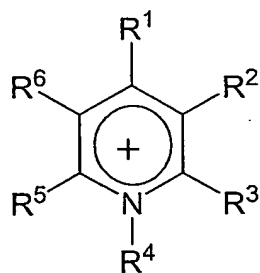
Os líquidos iônicos também podem ser sintetizados pela metátese do sal, por uma reação de neutralização ácido-base ou pela quaternização de um composto contendo nitrogênio selecionado; ou eles podem ser obtidos comercialmente através de diversas companhias, tais como a Merck (Darmstadt, Alemanha) ou BASF (Mount Olive, NJ).

Os exemplos representativos dos líquidos iônicos úteis são

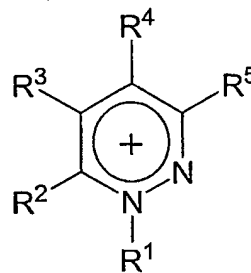
descritos em fontes, tais como *J Chem. Tech. Biotechnol*, 68:351-356 (1997); *Chem. Ind.*, 68:249-263 (1996); *J. Phys. Condensed Matter*, 5: (supp 34B):B99-B106 (1993); *Chemical and Engineering News*, Mar. 30, 1998, 32-37; *J. Mater. Chem.*, 8:2627-2636 (1998); *Chem. Rev.*, 99:2071-2084 (1999); e WO 05/113.702 (e as referências citadas nos mesmos). Em uma realização, uma biblioteca, isto é, uma biblioteca combinatória, de líquidos iônicos pode ser preparada, por exemplo, pela preparação de diversos derivados de alquila do cátion de amônio quaternário e variando os ânions associados. A acidez dos líquidos iônicos pode ser ajustada pela variação dos equivalentes molares e o tipo e combinações dos ácidos de Lewis.

Entre os líquidos iônicos que são apropriados para a utilização no presente para melhorar a separação dos componentes em uma mistura de ponto de ebulição constante ou próximo ao ponto de ebulição estão aqueles que são capazes de absorver um composto de hidrofluorcarbono, fluorcarbono, clorofluorcarbono, hidroclorefluorcarbono, fluoréter, fluorcetona, fluoraromáticos ou fluorolefina, ou um gás inerte, um composto de hidrocarboneto não fluorado ou água. Idealmente, para maximizar a separação, o líquido iônico deve possuir claramente menor solubilidade e difusibilidade por pelo menos um componente da mistura do que o(s) outro(s) componente(s) da mistura.

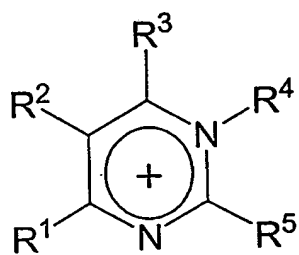
Em uma realização da presente invenção, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no presente incluem aqueles que possuem os cátions descritos geralmente por um ou mais da seguinte fórmula:



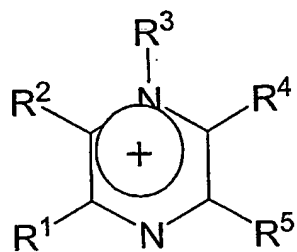
Piridínio



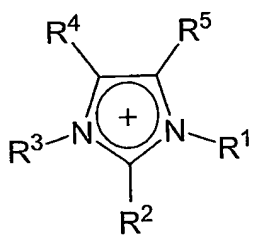
Piridazínio



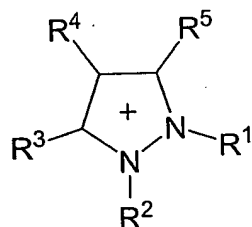
Pirimidínio



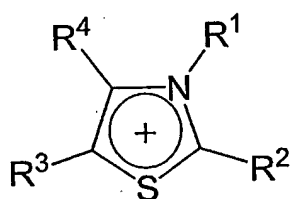
Pirazínio



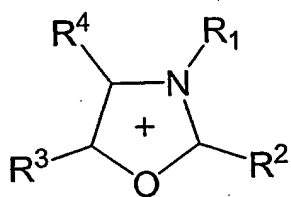
Imidazólio



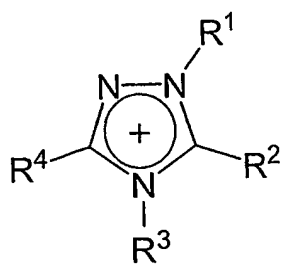
Pirazólio



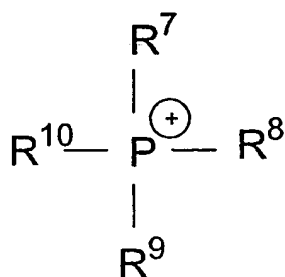
Tiazolium



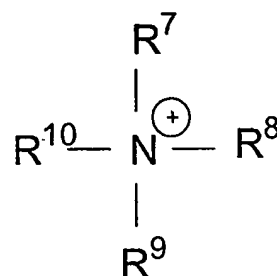
Oxazólio



Triazólio



Fosfônio



Amônio

em que R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 and R^6 são cada um independentemente selecionados a partir do grupo que consiste em:

(i) H;

5 (ii) halogênio;

(iii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituído com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

10 (iv) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , que compreendem de um a três heteroátomos selecionados a partir do grupo que consiste em O, N, Si e S, e opcionalmente, substituído por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

15 (v) arila não substituída C_6 a C_{20} , ou heteroarila não substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S; e

(vi) arila substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S;

20 em que ditas arilas substituídas ou heteroarilas substituídas possuem de um a três substituintes selecionados independentemente a partir do grupo que consiste em:

(1) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituídos por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

5 (2) OH,

(3) NH_2 , e

(4) SH; e

em que R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} são cada um selecionados independentemente do grupo que consiste em:

10 (vii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituído com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(viii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear -
15 CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , que compreendem de um a três heteroátomos selecionados a partir do grupo que consiste em O, N, Si e S, e opcionalmente, substituído por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(ix) arila não substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila não substituída
20 C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S; e

(x) arila substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S;

25 em que ditas arilas substituídas ou heteroarilas substituídas possuem de um a três substituintes selecionados independentemente a partir a partir do grupo que consiste em:

(1) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear -

-CH_3 , $\text{-C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituídos por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(2) OH,

5 (3) NH_2 , e

(4) SH; e

em que opcionalmente pelo menos dois dentre R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} podem juntos formar um grupo cíclico ou bicíclico alcanil ou alquenil.

10 Em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no presente incluem aqueles que possuem os cátions fluorados em que pelo menos um membro selecionado de R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} , conforme descrito acima, compreende F^- . Ainda, em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no presente compreendem os

15 ânions selecionados a partir do grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e de preferência qualquer ânion fluorado. Os ânions fluorados apropriados para a utilização no presente incluem $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,

20 $[\text{CF}_3\text{HFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCClFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$; E F^- . Ainda em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no

25 presente compreendem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descrito acima; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$,

$[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$,
 $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e qualquer ânion fluorado. Ainda,
 em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no
 presente compreendem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste
 5 em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio,
 oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descrito acima; e um ânion
 selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$,
 10 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, e F^- .

Ainda em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a
 utilização no presente, possuem um cátion selecionado a partir do grupo que
 15 consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio,
 tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descrito acima, em
 que pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em R^1 ,
 R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} , compreende F^- ; e um ânion selecionado a
 partir do grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$,
 20 $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$,
 $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e qualquer ânion fluorado. Ainda, em outra
 realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização no presente
 possuem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio,
 piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio,
 25 triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descrito acima; em que pelo menos
 um membro selecionado a partir do grupo que consiste em R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 ,
 R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} compreende F^- ; e um ânion selecionado a partir do grupo
 que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,

$[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, e F^- .

5 Ainda em outra realização, os líquidos iônicos apropriados para a utilização em um processo de separação da presente invenção incluem aqueles que compreendem:

(a) imidazólio como o cátion, e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 10 $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$ e
 $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$;

15 (b) 1-butil-3-metilimidazólio como o cátion, e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 20 $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$;

(c) 1-propil-2,3-dimetilimidazólio como o cátion, e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 25 $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$,
 $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$;

(d) 1-etil-3-metilimidazólio como o cátion e $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^+$, $[PF_6]^-$ e $[HCF_2CF_2SO_3]^-$ como o ânion;

(e) 1-propil-3-metilpiridínio como o cátion, e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[BF_4]^-$, $[PF_6]^-$, $[SbF_6]^-$, $[CF_3SO_3]^-$, $[HCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$, $[HCCIFCF_2SO_3]^-$, $[(CF_3SO_2)_2N]^+$, $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^+$, $[(CF_3SO_2)_3C]^+$, $[CF_3CO_2]^-$, $[CF_3OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CFHOCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_2HCF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_2ICF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[(CF_2HCF_2SO_2)_2N]^+$, $[(CF_3CFHCF_2SO_2)_2N]^+$;

(f) 1,2-dimetil-3-propilimidazólio como o cátion, e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[(CF_3SO_2)_3C]^+$ e $[(CF_3SO_2)_2N]^+$;

(g) 3-metil-1-propilpiridínio como o cátion, e $[(CF_3SO_2)_2N]^+$ como o ânion;

(h) 1-butil-3-metilpiridínio como o cátion, e $[(CF_3SO_2)_2N]^+$ como o ânion;

(i) 1-dodecil-3-metilimidazólio como o cátion e $[HCF_2CF_2SO_3]^-$ como o ânion;

(j) 1-heptil-3-metilimidazólio como o cátion, e $[HCF_2CF_2SO_3]^-$ como o ânion;

(k) tetradecil(trihexil)fosfônio como o cátion, e $[CF_3CF_2OCFHCF_2SO_3]^-$ ou $[CF_3OCFHCF_2SO_3]^-$ como o ânion;

(l) tributil(tetradecil)fosfônio como o cátion, e $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$ como o ânion;

(m) 1,3-dioctilimidazólio ou 1-octil-3-metilimidazólio como o cátion e $[I]^-$ como o ânion.

Outros cátions apropriados como parte de um líquido iônico conforme utilizado no presente incluem os íons 1,2-dimetilpiridínio, 1-metil-2-etilpiridínio, 1-metil-2-etil-6-metilpiridínio, N-metilpiridínio, 1-butil-2-metilpiridínio,

-1-butil-2-etilpiridínio, 1-butil-2-etil-6-metilpiridínio, N-butilpiridínio, 1-butil-4-metilpiridínio, 1,3-dimetilimidazólio, 1,2,3-trimetilimidazólio, 1-n-butil-3-metilimidazólio, 1,3,4,5-tetrametilimidazólio, 1,3,4-trimetilimidazólio, 2,3-dimetilimidazólio, 1-butil-2,3-dimetilimidazólio, 3,4-dimetilimidazólio, 2-etil-3,4-dimetilimidazólio, 3-metil-2-etilimidazol, 3-butil-1-metilimidazólio, 3-butil-1-etilimidazólio, 3-butil-1,2-dimetilimidazólio, 1,3-di-n-butilimidazólio, 3-butil-1,4,5-trimetilimidazólio, 3-butil-1,4-dimetilimidazólio, 3-butil-2-metilimidazólio, 1,3-dibutil-2-metilimidazólio, 3-butil-4-metilimidazólio, 3-butil-2-etil-4-metilimidazólio e 3-butil-2-etilimidazólio, 1-metil-3-octilimidazólio e 1-decil-3-metilimidazólio.

10 Como o processo da presente invenção é utilizado para o propósito de separação de um composto de hidrofluorcarbono dos outros componentes em uma mistura em que ele está contido, os líquidos iônicos que são apropriados para a utilização para tal propósito irão incluir aqueles capazes de absorver um ou mais componentes de tal mistura em uma proporção
15 diferente do que outro(s) componente(s), cujos componentes podem incluir um ou mais compostos de hidrofluorcarbono e/ou um composto de hidroclorofluorcarbono, hidrofluoréter, hidrofluorcetona, hidrofluoraromáticos ou hidrofluorolefina. Os líquidos iônicos apropriados para a utilização com o propósito de separar um componente da mistura como dito anteriormente
20 incluem aqueles que possuem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descritos acima.

 Em uma realização em que um componente da mistura é um composto de hidrofluorcarbono selecionado a partir do grupo que consiste em
25 HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-161, HFC-22, e um composto de hidrofluoréter, hidrofluorcetona, hidrofluoraromáticos e hidrofluorolefina, os líquidos iônicos apropriados para a utilização com o propósito de separar um componente da mistura como dito

anteriormente incluem aqueles que possuem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descritos acima.

5 Em uma realização em que um componente da mistura é um composto de hidrofluorcarbono selecionado a partir do grupo que consiste em HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-161, HFC-22, e um composto de hidrofluoréter, hidrofluorcetona, hidrofluoraromáticos e hidrofluorolefina, os líquidos iônicos apropriados para a
10 utilização com o propósito de separar um componente da mistura como dito anteriormente incluem aqueles selecionados a partir do grupo que consiste em:

(a) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de
15 R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima;

(b) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima, em que
20 pelo menos um membro selecionado de R^1 a R^{10} compreende o flúor;

(c) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima, e
25 possuem um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]_2^-$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , e qualquer ânion fluorado;

(d) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima, e
 5 possuem um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[BF_4]^-$, $[PF_6]^-$, $[SbF_6]^-$, $[CF_3SO_3]^-$, $[HCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$, $[HCCIFCF_2SO_3]^-$, $[(CF_3SO_2)_2N]^-$, $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^-$, $[(CF_3SO_2)_3C]^-$, $[CF_3CO_2]^-$, $[CF_3OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CFHOCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_2HCF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_2ICF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[(CF_2HCF_2SO_2)_2N]^-$,
 10 $[(CF_3CFHCF_2SO_2)_2N]^-$ e F^- ;

(e) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima, em que
 15 pelo menos um membro selecionado a partir de R^1 a R^{10} compreende o flúor; e possuindo um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[CH_3CO_2]^-$, $[HSO_4]^-$, $[CH_3OSO_3]^-$, $[C_2H_5OSO_3]^-$, $[AlCl_4]^-$, $[CO_3]_2^{2-}$, $[HCO_3]^-$, $[NO_2]^-$, $[NO_3]^-$, $[SO_4]^{2-}$, $[PO_4]^{3-}$, $[HPO_4]^{2-}$, $[H_2PO_4]^-$, $[HSO_3]^-$, $[CuCl_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , e qualquer ânion fluorado; e

(f) um líquido iônico que possui um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, que possuem de R^1 a R^{10} selecionados independentemente conforme descritos acima, em que
 20 pelo menos um membro selecionado a partir de R^1 a R^{10} compreende o flúor; e possuindo um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[BF_4]^-$, $[PF_6]^-$, $[SbF_6]^-$, $[CF_3SO_3]^-$, $[HCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$, $[HCCIFCF_2SO_3]^-$, $[(CF_3SO_2)_2N]^-$, $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^-$, $[(CF_3SO_2)_3C]^-$, $[CF_3CO_2]^-$, $[CF_3OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCFHCF_2SO_3]^-$, $[CF_3CFHOCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_2HCF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$,
 25 $[CF_2ICF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[CF_3CF_2OCF_2CF_2SO_3]^-$, $[(CF_2HCF_2SO_2)_2N]^-$, $[(CF_3CFHCF_2SO_2)_2N]^-$ e F^- ;

$[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$,
 $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$ e F^- .

Em uma realização em que um componente da mistura é um composto de hidrofluorcarbono selecionado a partir do grupo que consiste em HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-161, HFC-22, e um composto de hidrofluoréter, hidrofluorcetona, hidrofluoraromático e hidrofluorolefina, os líquidos iônicos apropriados para a utilização com o propósito de separar um componente da mistura como dito anteriormente incluem aqueles selecionados a partir do grupo que consiste em:

(g) um líquido iônico que possui um cátion imidazólio ou um cátion imidazólio fluorado; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$ e $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHO CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$;

(h) um líquido iônico que possui o 1-etil-3-metilimidazólio ou o 1-etil-3-metilimidazólio fluorado como o cátion, e $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$ como o ânion;

(i) um líquido iônico que possui um cátion 1-butil-3-metilimidazólio ou um cátion 1-butil-3-metilimidazólio fluorado; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$ e $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHO CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$;

(j) um líquido iônico que possui um cátion 1-propil-2,3-dimetilimidazólio ou um cátion 1-propil-2,3-dimetilimidazólio fluorado; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$,

[CF₃SO₃]⁻, [HCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₃HFCCF₂SO₃]⁻, [HCCIFCF₂SO₃]⁻, [(CF₃SO₂)₂N]⁻, [(CF₃CF₂SO₂)₂N]⁻, [(CF₃SO₂)₃C]⁻ e [CF₃CO₂]⁻, [CF₃OCFHCF₂SO₃]⁻, [CF₃CF₂OCFHCF₂SO₃]⁻, [CF₃CFHO CF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₂HCF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₂ICF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₃CF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [(CF₂HCF₂SO₂)₂N]⁻,
 5 [(CF₃CFHCF₂SO₂)₂N]⁻;

(k) um líquido iônico que possui um cátion 1-propil-3-metilimidazólio ou um cátion 1-propil-3-metilimidazólio fluorado; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em [BF₄]⁻, [PF₆]⁻, [SbF₆]⁻, [CF₃SO₃]⁻, [HCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₃HFCCF₂SO₃]⁻, [HCCIFCF₂SO₃]⁻, [(CF₃SO₂)₂N]⁻,
 10 [(CF₃CF₂SO₂)₂N]⁻, [(CF₃SO₂)₃C]⁻ e [CF₃CO₂]⁻, [CF₃OCFHCF₂SO₃]⁻, [CF₃CF₂OCFHCF₂SO₃]⁻, [CF₃CFHO CF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₂HCF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₂ICF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [CF₃CF₂OCF₂CF₂SO₃]⁻, [(CF₂HCF₂SO₂)₂N]⁻, [(CF₃CFHCF₂SO₂)₂N]⁻;

(l) um líquido iônico possuindo um cátion 1,2-dimetil-3-propilimidazólio ou um cátion 1,2-dimetil-3-propilimidazólio fluorado; e um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em [(CF₃SO₂)₃C]⁻ e [(CF₃SO₂)₂N]⁻;

(m) um líquido iônico possuindo um cátion 3-metil-1-propilpiridínio ou um cátion 3-metil-1-propilpiridínio fluorado, e [(CF₃SO₂)₂N]⁻ como o ânion;

(n) um líquido iônico possuindo um cátion 1-butil-3-metilpiridínio ou um cátion 1-butil-3-metilpiridínio fluorado, e [(CF₃SO₂)₂N]⁻ como o ânion;

(o) um líquido iônico possuindo um cátion 1-dodecil-3-metilimidazólio ou um cátion 1-dodecil-3-metilimidazólio fluorado e [HCF₂CF₂SO₃]⁻ como o ânion;

(p) um líquido iônico possuindo um cátion 1-heptil-3-metilimidazólio ou um cátion 1-heptil-3-metilimidazólio fluorado, e [HCF₂CF₂SO₃]⁻ como o ânion;

(q) um líquido iônico possuindo um cátion tetradecil(trihexil)fosfônio ou um cátion tetradecil(trihexil)fosfônio fluorado, e

. $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$ ou $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$ como o ânion;

(r) um líquido iônico possuindo um cátion tributil(tetradecil)fosfônio ou um cátion tributil(tetradecil)fosfônio fuorado, e $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$ como o ânion; e

5 (s) um líquido iônico possuindo um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em íons 1,3-dioctilimidazólio, 1-octil-3-metilimidazólio, 1,3-dioctilimidazólio fluorado ou 1-octil-3-metilimidazólio fluorado e $[\text{I}]^-$ como o ânion.

Ainda, em outra realização da presente invenção, quando o
 10 processo de separação da presente invenção é utilizado para o propósito de separação de dois ou mais refrigerantes que estão em uma mistura, o processo irá envolver o uso de um líquido iônico que é capaz de absorver um ou mais dos refrigerantes na mistura a uma proporção diferente do que outros refrigerantes. Os refrigerantes podem ser selecionados a partir do grupo que
 15 consiste em compostos de hidrofluorcarbono, hidroclorofluorcarbono, clorofluorcarbono e fluorcarbono. Em realizações alternativas, dois ou mais dos refrigerantes podem ser selecionados a partir do grupo que consiste em HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-161, HFC-22, FC-14, FC-116, FC-218, CFC-12 e CFC-115. Em outras realizações,
 20 dois ou mais dos refrigerantes podem ser selecionados a partir do grupo que consiste em HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-161, HFC-22, FC-14, FC-116, FC-218, CFC-12 e CFC-115, e os líquidos iônicos apropriados para o uso para o propósito de separar os refrigerantes como componentes da mistura conforme dito anteriormente
 25 incluem aqueles que possuem um cátion selecionado a partir do grupo que consiste em piridínio, piridazínio, pirimidínio, pirazínio, imidazólio, pirazólio, tiazólio, oxazólio, triazólio, fosfônio e íons amônio, conforme descritos acima.

Em diversas outras realizações da presente invenção, um líquido

iônico formado ao selecionar qualquer dos cátions individuais descritos ou revelados no presente, e pela seleção de qualquer dos ânions individuais descritos ou revelados no presente, podem ser utilizados para o propósito de realizar a separação de qualquer dos compostos de hidrofluorcarbono descritos ou revelados no presente a partir de uma mistura em que o composto de hidrofluorcarbono está contido. Analogamente, ainda em outras realizações, um subgrupo de líquidos iônicos formados pela seleção de (i) um subgrupo de qualquer tamanho de cátions, descontados do grupo total de cátions descritos e revelados no presente, em todas as diversas combinações dos membros individuais daquele grupo total, e (ii) um subgrupo de qualquer tamanho de ânions, descontados do grupo total de ânions descritos e revelados no presente, em todas as diversas combinações dos membros individuais daquele grupo total, pode ser utilizado para o propósito de realizar a separação de qualquer dos compostos de hidrofluorcarbono descritos e revelados no presente a partir de uma mistura em que o composto de hidrofluorcarbono está contido. Ao formar um líquido iônico ou um subgrupo dos líquidos iônicos selecionando conforme mencionado acima, o líquido iônico ou subgrupo será utilizado na ausência dos membros do grupo de cátions e/ou ânions que estão omitidos do seu grupo total para fazer a seleção e, caso desejado, a seleção pode, portanto, ser feita em termos dos membros do grupo total que são omitidos do uso ao invés dos membros do grupo que estão inclusos para o uso. Ainda em outras realizações, a mistura do qual o composto de hidrofluorcarbono é separado pelo uso de um líquido iônico ou subgrupo de líquidos iônicos, formada ao selecionar conforme mencionado acima, pode conter quaisquer dos outros compostos descritos e revelados no presente.

Os sistemas de interesses específico da presente invenção são aqueles em que um ou mais dos hidrofluorcarbonos são separados de uma mistura contendo um, dois ou mais de outros hidrofluorcarbonos pela adição à

mistura de pelo menos um líquido iônico fluorado, tal como um líquido iônico que possui um ânion fluorado, um cátion fluorado ou ambos, em vista do que pode ser interações úteis entre as diversas espécies fluoradas que podem aumentar a solubilidade de um hidrofluorcarbono no líquido iônico.

5 O processo da presente invenção para separar os componentes de uma mistura azeotrópica ou de ponto de ebulição constante ou próximo à ebulição envolve colocar a mistura em contato com um líquido iônico. Isto é vantajoso porque pelo menos um dos componentes da mistura será menos solúvel no líquido iônico do que o(s) outro(s) componente(s), e de preferência,
10 muito menos solúvel. Esta diferença na solubilidade facilita a separação do componente de menor solubilidade da mistura porque quando aquele componente é removido, tal como pela volatilização, o componente mais solúvel será removido em uma maior proporção e, de preferência, não será removido em absoluto, devido à proporção em que é solúvel no líquido iônico,
15 ele tende a permanecer e não ser removido da mistura.

 O processo da presente invenção pode ser realizado, por exemplo, por uma técnica tal como a destilação extrativa. Na destilação extrativa, assim como na destilação convencional, pelo menos um componente da mistura é induzido, através do controle da temperatura e da pressão, a ser
20 volatilizado, e o(s) componente(s) volatilizado(s) é(são) capturado(s) em um fluxo separado em que ele(s) é(são) condensado(s) em separado e, portanto, é(são) removido(s) da mistura. Entretanto, na destilação extrativa está adicionada à mistura um componente miscível, de ponto de ebulição elevado, relativamente não volátil, o solvente ou arraste, que possui baixo calor latente
25 de vaporização, não forma um azeótropo com qualquer dos componentes na mistura e não reage quimicamente com quaisquer dos componentes na mistura. O arraste é especialmente selecionado para interagir de modo diferente com os diversos componentes da mistura, alterando deste modo suas

- volatilidades relativas e “quebrando” o azeótropo no qual eles existiriam. O arraste é selecionado como sendo uma substância em que um ou mais dos componentes da mistura é mais solúvel e, de preferência, muito mais solúvel, do que pelo menos um outro componente da mistura. Um componente que é menos solúvel no arraste pode, como resultado, ser mais facilmente volatilizado e separado da mistura do que um componente que é mais solúvel no arraste. A tendência de que os componentes de um azeótropo possuíam normalmente de volatilizar essencialmente na mesma proporção da composição que ele possuem no líquido é, deste modo, alterada pela presença do arraste que, pela solubilização, pelo menos um componente da mistura em uma maior proporção do que pelo menos um outro componente, causa uma mudança correspondente no conteúdo da composição do fluxo das substâncias voláteis liberadas da mistura à temperatura e pressão selecionadas. O(s) componente(s) que é(são) mais volátil(eis) do que outros pela presença do arraste na mistura é(são) então removido(s) da mistura como vapor em uma concentração muito maior do que os outros componentes na temperatura e pressão selecionadas. Quanto mais solúvel, menos volátil o(s) componente(s) permanece(m) na mistura com o arraste e outro critério para a seleção do arraste é que ele é uma substância que é facilmente separada do(s) componente(s) remanescente(s) de solubilidade elevada e baixa volatilidade da mistura.

Em diversas realizações, pode ser desejável selecionar como o arraste uma substância que ocasiona o menor ponto de ebulição dos dois componentes em uma mistura para também se tornar o mais volátil dos dois componentes. Por exemplo, uma substância que possui maior similaridade química no maior ponto de ebulição dos dois componentes do que no menor ponto de ebulição, pode ser selecionada como o arraste em tal realização. Em outras diversas realizações, o critério que pode ser considerado na avaliação

- de uma substância para a seleção como um arraste, é se a substância causa um desvio positivo na lei de Raoult com o de menor ponto de ebulição dos dois componentes, ou causa um desvio negativo na lei de Raoult com o de maior ponto de ebulição dos dois componentes.

5 As misturas dos arrastes e, portanto, as misturas dos líquidos iônicos como arrastes, também podem ser úteis para obter uma proporção desejada de separação. Em uma realização, uma mistura de arrastes pode ser selecionada em que um arraste possui uma elevada seletividade para a maior volatilidade dos dois componentes, e o outro arraste possui uma alta
10 capacidade de solubilizar aquele componente. Em outra realização, uma mistura de líquidos iônicos pode ser utilizada para separar os componentes de uma mistura que compreende pelo menos dois compostos de hidrofluorcarbono pela utilização de etapas de separação múltiplas e distintas.

 Quando o processo de separação da presente invenção é
15 realizado pela destilação extrativa, ele pode ser vantajosamente realizado em uma coluna de destilação, tal como é mostrado no diagrama esquemático da Figura 1. Na coluna da Figura 1, os elementos separadores 1 são utilizados para a separação do arraste do produto de cima, que é o componente da mistura que torna-se mais volátil pela presença do arraste na mistura. A
20 utilização de um líquido iônico como o arraste possui a vantagem de eliminar essencialmente a presença do arraste no produto superior 7 por causa da volatilidade insignificante de um líquido iônico.

 O fluxo do arraste penetra uma entrada 2, que está, de preferência, localizada na seção melhorada próxima ao topo da coluna abaixo
25 do condensador, ou no fundo da seção retificada, em que qualquer quantidade do arraste que foi volatilizado de maneira inesperada é separada do componente de maior volatilidade da mistura. O líquido iônico como arraste então prossegue em uma direção de fluxo contra-corrente para baixo na coluna

-com relação ao fluxo para cima do componente de maior volatilidade e, talvez, outros componentes da mistura a serem separados. A mistura penetra uma entrada 4, acima da seção de esvaziamento, onde qualquer um dos componentes de maior volatilidade que está ainda misturado com o arraste é finalmente vaporizado. A alimentação de entrada da mistura a ser separada pode estar na forma líquida ou gasosa e, se a mistura estiver na forma líquida quando alimentada na coluna, seu(s) componente(s) de maior volatilidade será(ao) volatilizado(s) pelas condições de temperatura e pressão da coluna, que serão selecionadas para aquele propósito. Os vapores que se movem para cima na coluna são enriquecidos continuamente em conteúdo do componente de maior volatilidade da mistura e o líquido que se move para baixo na coluna é esgotado continuamente em conteúdo daquele componente de maior volatilidade.

Os elementos separadores 3 e 5 contêm um número útil de estágios ao longo da altura da coluna em que há um contato perfeito gás-líquido, que é desejável para o propósito de se obter a separação extensiva de um componente de maior volatilidade, que sai da coluna como o produto superior 7, de um componente de menor volatilidade, que sai da coluna junto com o arraste como o produto do fundo 6. Por exemplo, onde uma mistura contém como componentes ambos os membros do par refrigerante HFC-32 e HFC-125, o HFC-125 é o componente de menor solubilidade que é separado da mistura enquanto o HFC-32 é preferencialmente solubilizado pelo arraste.

Os elementos separadores podem ser as placas ou as vedações ordenadas ou desordenadas. Nos eventos, o propósito é fornecer uma cascada para baixo do líquido de arraste para entrar em contato com o fluxo ascendente do componente de alta volatilidade vaporizado. Se as placas forem utilizadas, o líquido pode fluir sobre a extremidade de uma placa para outra, ou o líquido flui através dos mesmos orifícios nas placas através dos quais o componente

volatilizado sobe. Em cada um dos casos, o objetivo é obter o Máximo de tempo de residência do contato gás-líquido consistente com o fornecimento de uma taxa de fluxo de vapor ascendente que é alta o suficiente para evitar que a coluna seja inundada pelo líquido descendente, mas não tão alta que o vapor
5 seja retirado da coluna sem o tempo de contato suficiente com o líquido.

Em termos de quantidade de mistura a ser separada, existe uma quantidade mínima do arraste que é necessário para “quebrar” o azeotrópico, ou as características de ponto de ebulição constante ou próximo ao ponto de ebulição da mistura e permitir a separação de pelo menos um dos
10 componentes da mistura a partir dos outros em um rendimento e em uma taxa que é comercialmente praticável. Em uma razão da quantidade de arraste para a quantidade de alimentação, onde a quantidade do arraste utilizado na razão é a quantidade mínima descrita acima, o valor da razão pode ser estabelecido no intervalo de cerca de 2 a cerca de 4. As razões de alimentação acima de 5 são
15 freqüentemente descobertas como não oferecendo vantagem específica em termos de ser capaz de reduzir o número de estágios em uma coluna.

O arraste é então removido da mistura junto com o componente de maior volatilidade em uma etapa separada e é reciclado na coluna para penetrar novamente na coluna na entrada 2. O arraste pode ser separado do
20 produto do fundo 6 utilizando diversas operações separadas incluindo a regeneração pela simples evaporação. Os evaporadores de filme fino, tais como filme de caimento (*falling film*) ou evaporadores giratórios, são comumente utilizados para a evaporação contínua. Nos processos de concentração descontínua, dois estágios de evaporadores são processados
25 alternadamente, tal que o líquido iônico regenerado, como o arraste, pode ser retornado continuamente à coluna de destilação. O arraste também pode ser regenerado por meio de uma coluna de esvaziamento uma vez que a pressão de vapor do líquido iônico é essencialmente zero. Um meio alternativo de

recuperar o líquido iônico como arraste se beneficia do fato de que muitos líquidos iônicos podem solidificar abaixo de 0° C. Nestes casos, a separação de baixo custo do líquido iônico pode ser obtida pelo resfriamento para formar uma fase sólida. O produto do fundo também pode ser precipitado utilizando as técnicas, tais como resfriamento, evaporação ou cristalização à vácuo.

Estes e outros aspectos da destilação extrativa são ainda discutidos nas fontes bem conhecidas, tais como *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7ª ed. (Seção 13, *Distillation*, McGraw-Hill, 1997).

Quando o processo de separação da presente invenção é realizado pela destilação extrativa, mais de uma coluna de destilação pode ser requerida em sistemas em que uma mistura contém múltiplos componentes a serem separados. Por exemplo, os componentes não próximos ao ponto de ebulição podem ser separados e removidos da mistura utilizando uma primeira coluna de destilação, e as misturas azeotrópicas podem então ser separadas utilizando uma segunda coluna de destilação. Um líquido iônico pode ser utilizado como um arraste para uma ou ambas as colunas de destilação. Por exemplo, onde é desejável separar uma mistura que compreende dois refrigerantes utilizando um líquido iônico, um refrigerante pode ser recuperado da parte de cima da coluna enquanto o segundo refrigerante e o líquido iônico podem ser recuperados do fundo da coluna. A mistura que compreende o segundo refrigerante e o líquido iônico pode então ser separada utilizando uma segunda coluna de destilação (ou tanque *flash*); o segundo refrigerante pode ser recuperado da parte de cima da segunda coluna (ou tanque *flash*), e o líquido iônico pode ser recuperado do fundo da coluna (ou tanque *flash*) e reciclado de volta à primeira coluna de destilação.

Em outras realizações exemplares, pode ser desejável separar uma mistura contendo um composto de hidrofluorcarbono e um hidrocarboneto e, em tal caso, o hidrocarboneto pode ser recuperado da parte de cima da

coluna de destilação; e o composto de hidrofluorcarbono pode ser recuperado do fundo da coluna com o arraste, tal como um líquido iônico. O composto de hidrofluorcarbono pode então ser separado do arraste utilizando um tanque *flash*, e o arraste pode ser reciclado novamente ao composto de destilação.

- 5 Onde é desejável separar uma mistura que compreende dois refrigerantes e o ar, o ar pode ser separado pela destilação extrativa e recuperado da parte de cima da coluna. Um líquido iônico, conforme utilizado como o arraste no processo, pode ser separado da mistura que compreende os refrigerantes utilizando o tanque *flash*, e os refrigerantes podem então ser separados
- 10 utilizando uma segunda coluna de destilação.

A capacidade de separar uma mistura binária de dois componentes i e j pela destilação pode ser determinada ao calcular sua seletividade. Quanto mais próxima é a seletividade do valor de um, mais difícil é para os componentes da mistura de serem separados pela destilação

15 convencional. Portanto, um método de destilação extrativa pode ser utilizado para aumentar a eficiência de separação. Na destilação extrativa, um arraste influencia a separação pela absorção ou dissolução seletiva de um ou mais componentes na mistura. De acordo com a presente invenção, a seletividade de um líquido iônico para uma mistura binária composta de i e j é definida

20 como a razão do coeficiente da atividade infinita do componente i para o coeficiente da atividade infinita do componente j , onde os componentes i e j estão presentes em um grau infinito de diluição no líquido iônico de arraste. Em geral, a seletividade pode ser maior ou menor do que 1, dependendo se a caldeira inferior ou a caldeira superior está no numerador. Normalmente a

25 caldeira inferior é colocada no numerador tal que a seletividade é mostrada como um valor superior a 1. Com o propósito de se obter a separação, uma seletividade superior a cerca de 1,0 é requerida. Em uma realização da presente invenção, a adição de um líquido iônico à mistura fornece uma

seletividade superior a cerca de 1,3; e em outra realização da presente invenção, a adição de um líquido iônico à mistura fornece uma seletividade superior a cerca de 2,0.

Quando o processo de separação da presente invenção é realizado pela destilação extrativa, os componentes individuais da mistura podem possuir concentrações respectivas que variam de cerca de 0,05 a cerca de 99,95% em mols com relação ao peso total de todos os componentes na mistura mais o arraste dependendo de sua localização em qualquer tempo específico na coluna, em cuja localização e tempo eles podem estar sujeitos à temperatura no intervalo da temperatura da caldeira à temperatura do condensador e a pressão no intervalo do vácuo na pressão crítica. Os processos de destilação extrativa operam em alimentações, caldeiras e temperaturas do condensador dependendo das condições apropriadas para a separação ótima. Um processo de destilação extrativa típico pode operar com um condensador e/ou uma composição de alimentação resfriada pela água à uma temperatura de 5 a 10° C, ou resfriada por salmoura ou etileno glicol a temperaturas ainda mais baixas de 0 a -40° C. Em alguns casos, se a coluna de destilação extrativa opera próxima ao ponto de ebulição normal de um composto em cerca de 1 pressão atmosfera, a alimentação e/ou o condensador pode resfriar o gás a temperaturas ainda menores de -40 a -80° C. A caldeira pode operar no decorrer de um amplo intervalo de temperatura dependendo da pressão operante da coluna e da identidade do(s) composto(s) sendo separado(s), que no caso do composto fluorado poderia ser um intervalo de temperatura de cerca de -80 a cerca de 240° C.

Por exemplo, no decorrer de um intervalo de temperatura de cerca de -80 a cerca de 240° C, os seguintes compostos fluorados podem possuir uma concentração em uma mistura com um líquido iônico no intervalo de cerca de 0,1 a cerca de 99,9% em mol, com relação ao peso total do

composto e o líquido iônico, em uma pressão no intervalo de cerca do vácuo a cerca do valor da pressão especificado para cada composto conforme segue:

HFC-32	57, 8 bar
HFC-125	36,2 bar
HFC-134a	40,6 bar
HFC-143a	37,6 bar
HFC-152a	45,2 bar

Como resultado, no processo da presente invenção, onde a mistura compreende um composto de hidrofluorcarbono selecionado a partir da lista acima; e onde a mistura é submetida durante a separação a uma temperatura no intervalo de cerca de -80 a cerca de 240° C; a mistura também pode ser submetida durante a separação a uma pressão no intervalo de cerca do vácuo a cerca do valor da pressão especificada para cada composto, conforme segue:

HFC-32	57, 8 bar
HFC-125	36,2 bar
HFC-134a	40,6 bar
HFC-143a	37,6 bar
HFC-152a	45,2 bar

Outras substâncias que podem formar uma mistura com um composto de hidrofluorcarbono podem estar presentes em tal mistura em uma concentração que pode variar no decorrer de um intervalo de cerca de 0,05 a cerca de 99,95% em mol, com relação ao peso total de todos os componentes na mistura incluindo um arraste, tal como um líquido iônico. Quando tal mistura é alimentada em uma coluna para a separação em um processo de destilação extrativa, a concentração do componente irá variar de acordo com as condições de temperatura e pressão, onde a temperatura pode variar no decorrer de um intervalo da temperatura da caldeira à temperatura do condensador e a pressão pode variar no decorrer de um intervalo da pressão

do vácuo à crítica. Os exemplos de tais substâncias são mostrados na Tabela 1, que contém os dados do ponto de ebulição e do ponto crítico para aquelas substâncias obtidas pela Reid, R.C. et al., acima; e Refprop V. 7 [Lemmon et al., (*NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties -*

5 REFPROP, Version 7.0 User's Guide, U.S. Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, Standard Reference Data Program, Gaithersburg, Maryland, 2002)].

TABELA 1

Componente	Temperatura de ebulição (°C)	Ponto Crítico de Pressão (bar)
Perfluormetano (FC-14)	-128,1	37,5
Perfluoretano (FC-116)	-78,2	30,5
Perfluorpropano (FC-218)	-36,8	26,7
Diclorodifluormetano (CFC-12)	-29,8	41,4
Cloropentafluoretano (CFC-115)	-38,9	31,2
Hidroclorodifluormetano (HCFC-22)	-40,8	49,9
Fluormetano (HCF-41)	-78,1	59,0
1,1,1,3,3,3-hexafluorpropano (HFC-236fa)	-1,4	32,0
1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropano (HFC-227ea)	-16,5	29,3
Dióxido de carbono	-78,4	73,7
Amônia	-33,3	113,3
Nitrogênio	-195,8	33,9
Cloreto de hidrogênio	-85,05	83,1
Flúor	-188,2	52,2

Componente	Temperatura de ebulição (°C)	Ponto Crítico de Pressão (bar)
Fluoreto de hidrogênio	19,9	64,8
Oxigênio	-183	50,4
Hidrogênio	-252,8	13,2
Argônio	-185,9	46,0
Metano	-161,5	46,0
Etano	-88,6	48,7
Etileno	-103,9	50,4
Propano	-42,1	42,4
Propileno	-47,7	46,6
Ciclopropano	-32,9	54,9
Butano	-0,6	37,9
Isobutano	-11,7	36,4
H ₂ O	100	220

Os seguintes exemplos são apresentados para ilustrar as vantagens da presente invenção e para ajudar um técnico no assunto regular na fabricação e na utilização da mesma. Estes exemplos ilustram a preparação de diversos líquidos iônicos e ilustram as propriedades desejáveis de diversos líquidos iônicos em relação ao seu uso para o propósito de aumentar a separação de diversos compostos fluorados como pode estar presente em uma mistura. Estes exemplos não são destinados de maneira alguma a limitar o escopo da descrição. Neste relatório descritivo, ambas as seletividades (vide Exemplo 1) e o modelo Aspen® (Aspen Technologi, Inc., Version 13.1, Cambridge, MA) foram utilizados para determinar a capacidade de separar dos compostos de hidrofluorcarbono de uma mistura.

MÉTODOS GERAIS E MATERIAIS

O hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim] [PF₆], C₈H₁₅N₂F₆P, peso molecular de 284 g mol⁻¹), tetrafluorborate de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim] [BF₄], C₈H₁₅N₂F₄B, peso molecular de 226 g mol⁻¹), 1,2-dimetil-3-propilimidazólio tris(trifluorometilsulfonil)metide ([dmpim][tTFMSmetide], C₁₂H₁₅N₂F₉O₆S₃, peso molecular de 550 g mol⁻¹), 1,2-dimetil-3-propilimidazólio bis(trifluormetilsulfonil)imida ([dmpim][bTFMSimida], C₁₀H₁₅N₃F₆O₄S₂, peso molecular de 419 g mol⁻¹), 1-etil-3-metilimidazólio bis(pentafluoretilsulfonil)imida ([emim][bPFESimida], C₁₀H₁₁N₃F₁₀O₄S₂, peso molecular de 491,33 g mol⁻¹), 1-propil-3-metilpiridínio bis(trifluormetilsulfonil)imida ([pmpy][bTFMSimida], C₁₁H₁₄N₂F₆O₄S₂, peso molecular de 416,36 g mol⁻¹), 1-etil-3-metilimidazólio hexafluorofosfate ([emim][PF₆], C₆H₁₁F₆N₂P, peso molecular 265,13 g mol⁻¹), 1-etil-3-metilimidazólio bis(trifluormetilsulfonil)imida ([emim] [BMeI], C₈H₁₁F₆N₃O₄S₂, peso molecular 197,98 g mol⁻¹), 1-butil-3-metilpiridínio bis(trifluormetilsulfonil)imida ([BMPy] [bTFMSimida], C₁₂H₁₆F₆N₂O₄S₂, peso molecular 430,39 g mol⁻¹) onde cada um foi obtido pela Fluka Chemika (pode ser obtido pela Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri) com uma pureza >96 to 97% cada. O trifluorometano (HFC-23), difluorometano (HFC-32, CH₂F₂, peso molecular de 52,02 g mol⁻¹), pentafluoroetano (HFC-125, C₂HF₅, peso molecular de 120,02 g mol⁻¹), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a, C₂H₂F₄, peso molecular de 102,03 g mol⁻¹), 1,1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a, C₂H₃F₃, peso molecular de 82,04 g mol⁻¹), e 1,1,1-difluoroetano (HFC-152a, C₂H₄F₂, peso molecular de 66,05 g mol⁻¹) foram obtidos pela DuPont Fluorochemicals (Wilmington, Delaware), com uma pureza mínima de 99,99%. Uma armadilha de peneira molecular foi instalada para remover as quantidades traço de água dos gases e cada um dos líquidos iônicos foi testado antes de fabricar as medidas de solubilidade.

As seguintes nomenclaturas e abreviações são utilizadas:

C = concentração (mol.m⁻³)

	C_b = força de flutuação (N)
	C_f = fator de correção (Kg)
	C_o = concentração inicial (mol.m^{-3})
	C_s = concentração de saturação (mol.m^{-3})
5	$\langle C \rangle$ = concentração de espaço médio (mol.m^{-3})
	D = difusão constante ($\text{m}^2.\text{s}^{-1}$)
	g = aceleração gravitacional ($9,80665 \text{ m.s}^{-2}$)
	L = comprimento (m)
	m_a = massa absorvida (Kg)
10	m_i = massa das espécies i-th no lado amostra da balança (Kg)
	m_j = massa das espécies j-th no lado do contra peso da balança
	(Kg)
	m_{iL} = massa da amostra líquida iônica (Kg)
	MW_i = peso molecular das espécies i-th (Kg.mol^{-1})
15	N = componente número n-th
	P = pressão (MPa)
	P_0 = pressão inicial (MPa)
	t = tempo (s)
	T_{ci} = temperatura crítica das espécies i-th (K)
20	T_i = temperatura das espécies i-th (K)
	T_j = temperatura das espécies j-th (K)
	T_s = temperatura da amostra (K)
	V_i = volume das espécies i-th (m^3)
	V_{iL} = volume do líquido iônico (m^3)
25	V_m = volume da amostra líquida (m^3)
	V_g = volume molar do gás ($\text{m}^3.\text{mol}^{-1}$)
	$\tilde{V}_i$ = volume molar das espécies i-th ($\text{m}^3.\text{mol}^{-1}$)
	$\tilde{V}_{iL}$ = volume molar do líquido iônico ($\text{m}^3.\text{mol}^{-1}$)

$\tilde{V}_m$ = volume molar da mistura ($\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)

$\tilde{V}_o$ = volume molar inicial ($\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)

$\Delta \tilde{V}$ = mudança no volume molar ($\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)

x_i = fração molar das espécies i-th

5 z = profundidade (m)

λ_n = raiz latente (m^{-1})

ρ_g = densidade do gás ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ_i = densidade do componente i-th no lado amostra da balança
($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

10 ρ_j = densidade do componente j-th no lado do contra peso da
balança ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ_{ar} = densidade do ar ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ_s = densidade da amostra ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

UNIDADES

15 Pa $\equiv$ Pascal

MPa $\equiv$ Mega Pascal

mol $\equiv$ mol

m $\equiv$ metro

cm $\equiv$ centímetro

20 K $\equiv$ Kelvin

N $\equiv$ Newton

J $\equiv$ Joule

kJ $\equiv$ quilojoule

kg $\equiv$ quilograma

25 mg $\equiv$ miligrama

μg $\equiv$ micrograma

T $\equiv$ temperatura

P $\equiv$ pressão

mbar $\equiv$ milibar

min $\equiv$ minuto

$^{\circ}\text{C}$ $\equiv$ graus centígrados

s $\equiv$ segundo

5 kW $\equiv$ quilowatt

kg/s $\equiv$ quilograma/ segundo

Na seguinte descrição, (A) – (D) fornecem a síntese dos ânions dos líquidos iônicos que são úteis como arraste para a presente invenção e (E) – (U) fornecem a síntese para os líquidos iônicos úteis como arraste para a presente invenção.

PREPARAÇÃO DE ÂNIONS GERALMENTE NÃO DISPONÍVEIS COMERCIALMENTE

(A) SÍNTESE DE POTÁSSIO 1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO (TFES-K)

([HCF₂CF₂SO₃]-): (A) SÍNTESE DE POTÁSSIO 1,1,2,2-

TETRAFLUORETANOSSULFONATO (TFES-K)

15 Um recipiente de reação C276 Hastelloy[®] de 1 galão foi carregado com uma solução de sulfeto de potássio hidratado (176 g, 1,0 mol), metabissulfito de potássio (610 g, 2,8 mol) e água deionizada (2.000 ml). O pH desta solução era 5,8. O recipiente foi resfriado a 18 $^{\circ}$ C, evacuado a 0,10 MPa e purgado com nitrogênio. O ciclo de evacuação/ purga foi repetido mais duas vezes. Então, foi

20 adicionado ao recipiente tetrafluoretileno (TFE, 66 g) e ele foi aquecido a 100 $^{\circ}$ C em cujo tempo a pressão interna era de 1,14 MPa. A temperatura de reação foi aumentada a 125 $^{\circ}$ C e mantida por 3 h. Conforme a pressão TFE diminuía devido à reação, mais TFE era adicionado em pequenas alíquotas (de 20 a 30 g cada) para manter a pressão de operação aproximadamente entre 1,14 e

25 1,48 MPa. Uma vez que 500 g (5,0 mol) de TFE tinha sido alimentado após a pré-carga inicial de 66 g, o recipiente foi expelido a resfriado a 25 $^{\circ}$ C. O pH da solução de reação amarela clara era de 10 a 11. Esta solução foi tamponada a um pH 7 através da adição do metabissulfito de potássio (16 g).

A água foi removida sob vácuo em um evaporador giratório para produzir um sólido úmido. O sólido foi então colocado em um secador a frio (Virtis Freezemobile 35x1; Gardiner, NY, EUA) por 72 horas para reduzir o teor de água a cerca de 1,5% em peso (1.387 g de material bruto). A massa teórica dos sólidos totais era de 1.351 g. O balanço da massa estava muito próximo ao ideal e o sólido isolado possuía uma massa levemente maior devido à umidade. Esta etapa de secagem a frio adicionada possuía a vantagem de produzir um pó branco de fluxo livre enquanto o tratamento em um forno a vácuo resultou em um pedaço sólido escorregadio que era muito difícil de remover e devia ser lascado e quebrado do flash.

O TFES-K bruto pode ser ainda purificado e isolado pela extração com a acetona de grau reagente, filtração e secagem.

^{19}F NMR (D_2O) δ . -122.0.(dt, $J_{\text{FH}} = 6 \text{ Hz}$, $J_{\text{FF}} = 6 \text{ Hz}$, 2F); -136,1 (dt, $J_{\text{FH}} = 53 \text{ Hz}$, 2F).

^1H NMR (D_2O) δ . 6.4 (tt, $J_{\text{FH}} = 53 \text{ Hz}$, $J_{\text{FH}} = 6 \text{ Hz}$, 1H).

% de água pela titulação de Karl-Fisher: 580 ppm.

Cálculo Analítico para $\text{C}_2\text{HO}_3\text{F}_4\text{SK}$: C, 10,9; H, 0,5; N, 0,0
Resultados experimentais: C, 11,1; H, 0,7; N, 0,2.

Mp (DSC): 242° C.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 367° C, 50% em peso de perda @ 375° C.

TGA (N_2): 10% em peso de perda @ 363° C, 50% em peso de perda @ 375° C.

(B) SÍNTESE DE - 1,1,2-TRIFLÚOR-2-(PERFLUOROETÓXI)ETANOSSULFONATO (TPES-K):

Um recipiente de reação C276 Hastelloy® de 1 galão foi carregado com uma solução de sulfeto de potássio hidratado (88 g, 0,56 mol), metabissulfito de potássio (340 g, 1,53 mol) e água deionizada (2.000 ml). O recipiente foi resfriado a 7° C, evacuado a 0,05 MPa e purgado com nitrogênio. O ciclo de

evacuação/ purga foi repetido mais duas vezes. Então, foi adicionado ao recipiente o perfluor(etilviniléter) (PEVE, 600 g, 2,78 mol) e ele foi aquecido a 125° C em cujo tempo a pressão interna era de 2,31 MPa. A temperatura de reação foi mantida a 125° C e mantida por 10 h. A pressão teve uma queda de 0,26 MPa em cujo ponto o recipiente foi expelido e resfriado a 25° C. O produto da reação bruto era um precipitado cristalino branco com uma camada aquosa incolor (pH = 7) acima dele.

O espectro ^{19}F NMR do sólido branco mostrou o produto desejado puro, enquanto o espectro da camada aquosa mostrou uma quantidade pequena, porém detectável, de impureza fluorada. O isômero desejado é menos hidrossolúvel tal que ele precipita na forma isomericamente pura.

A calda do produto foi filtrada por sucção através de um funil de vidro e o pedaço úmido foi seco em um forno a vácuo (60° C, 0,01 MPa) por 48 horas. O produto foi obtido como cristais de cor creme (904 g, 97% de rendimento).

^{19}F NMR (D_2O) δ -86,5 (s, 3F); -89,2, -91,3 (subdivisão ABq, $J_{\text{FF}} = 147$ Hz, 2F); -119,3, -121,2 (subdivisão ABq, $J_{\text{FF}} = 258$ Hz, 2F); -144,3 (dm, $J_{\text{FH}} = 53$ Hz, 1F).

^1H NMR (D_2O) δ 6,7 (dm, $J_{\text{FH}} = 53$ Hz, 1H).

Mp (DSC) 263° C.

Cálculo analítico para $\text{C}_4\text{HO}_4\text{F}_8\text{SK}$: C, 14,3; H, 0,3 Resultados experimentais: C, 14,1; H, 0,3.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 359° C, 50% em peso de perda @ 367° C.

TGA (N_2): 10% em peso de perda @ 362° C, 50% em peso de perda @ 374° C.

(C) SÍNTESE DE POTÁSSIO-1,1,2-TRIFLÚOR-2-(TRIFLUORMETÓXI)ETANOSSULFONATO

(TTES-K)

Um recipiente de reação C276 Hastelloy® de 1 galão foi carregado

com uma solução de sulfeto de potássio hidrato (114 g, 0,72 mol), metabissulfito de potássio (440 g, 1,98 mol) e água deionizada (2.000 ml). O pH desta solução era 5,8. O recipiente foi resfriado a -35° C, evacuado a 0,08 MPa e purgado com nitrogênio. O ciclo de evacuação/ purga foi repetido mais duas vezes. Então, foi adicionado ao recipiente o perfluor(metilviniléter) (PMVE, 600 g, 3,61 mol) e ele foi aquecido a 125° C em cujo tempo a pressão interna era de 3,29 MPa. A temperatura de reação foi mantida a 125° C por 6 h. A pressão teve uma queda de 0,27 MPa em cujo ponto o recipiente foi expelido e resfriado a 25° C. Uma vez resfriado, um precipitado cristalino branco do produto desejado formado deixou uma solução aquosa incolor acima dele (pH = 7).

O espectro ^{19}F NMR do sólido branco mostrou o produto desejado puro, enquanto o espectro da camada aquosa mostrou uma quantidade pequena, porém detectável, de impureza fluorada.

A solução foi filtrada por sucção através de um funil de vidro por 6 horas para remover a maior parte da água. O pedaço úmido foi então seco em um forno a vácuo a 0,01 MPa e 50° C por 48 horas. Isto produziu 854 g (83% de rendimento) de um pó branco. O produto final era isomericamente puro (por ^{19}F e ^1H NMR) uma vez que o isômero indesejado permaneceu em água durante a filtração.

^{19}F NMR (D_2O) δ -59,9 (d, $J_{\text{FH}} = 4$ Hz, 3F); -119,6, -120,2 (subdivisão ABq, $J = 260$ Hz, 2F); -144,9 (dm, $J_{\text{FH}} = 53$ Hz, 1F).

^1H NMR (D_2O) δ 6,6 (dm, $J_{\text{FH}} = 53$ Hz, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 71 ppm.

Cálculo analítico para $\text{C}_3\text{HF}_6\text{SO}_4\text{K}$: C, 12,6; H, 0,4; N, 0,0
Resultados experimentais: C, 12,6; H, 0,0; N, 0,1.

Mp (DSC) 257° C.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 343° C, 50% em peso de

perda @ 358° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 341° C, 50% em peso de perda @ 357° C.

(D) SÍNTESE DE 1,1,2,3,3,3-HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO (HFPS-NA)

5 Um recipiente de reação Hastelloy® C de 1 galão foi carregado com uma solução de sulfeto de sódio anidro (25 g, 0,20 mol), bissulfito de sódio 73 g, (0,70 mol) e água deionizada (400 ml). O pH desta solução era 5,7. O recipiente foi resfriado a 4° C, evacuado a 0,08 MPa e então carregado com hexafluorpropeno (HFP, 120 g, 0,8 mol, 0,43 MPa). O recipiente foi aquecido
10 sob agitação a 120° C e mantido por 3 horas. A pressão aumentou a um máximo de 1,83 MPa e então diminuiu a 0,27 MPa em 30 minutos. No final, o recipiente foi resfriado e o HFP remanescente foi expelido e o reator foi purgado com nitrogênio. A solução final possuía um pH de 7,3.

A água foi removida *in vacuo* em um evaporador giratório para
15 produzir um sólido úmido. O sólido foi então colocado em um forno a vácuo (0,02 MPa, 140° C, 48 horas) para produzir 219 g do sólido branco, que continha cerca de 1% em peso de água. A massa teórica dos sólidos totais foi de 217 g.

O HFPS-Na bruto pode ser ainda purificado e isolado pela
20 extração com a acetona de grau reagente, filtração e secagem.

¹⁹F NMR (D₂O) δ -74,5 (m, 3F); -113,1, -120,4 (ABq, J = 264 Hz, 2F); -211,6 (dm, 1F).

¹H NMR (D₂O) δ 5,8 (dm, J_{FH} = 43 Hz, 1H).

Mp (DSC) 126° C.

25 TGA (ar): 10% em peso de perda @ 326° C, 50% em peso de perda @ 446° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 322° C, 50% em peso de perda @ 449° C.

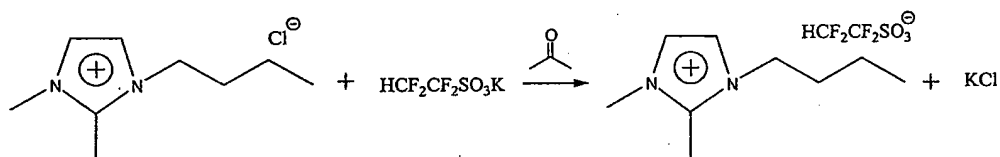
Preparação de Líquidos Iônicos

(E) SÍNTESE DE 1-BUTIL-2,3-DIMETILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-

TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-butil-2,3-dimetilimidazólio (22,8 g, 0,121 mols) foi
 5 misturado com a acetona de grau reagente (250 mL) em um frasco de fundo
 redondo grande e agitado vigorosamente. O 1,1,2,2-tetrafluoretanossulfonato
 (TFES-K, 26,6 g, 0,121 mols), foi adicionado à acetona de grau reagente (250
 mL) em um frasco de fundo redondo separado, e esta solução foi
 cuidadosamente adicionada à solução de cloreto de 1-butil-2,3-
 10 dimetilimidazólio. O frasco grande foi diminuído em um banho de óleo e
 aquecido a 60° C sob refluxo por 10 horas. A mistura de reação foi então
 filtrada utilizando um funil grande de vidro para remover o precipitado de KCl
 branco formado, e o filtrado foi colocado em um evaporador giratório por 4
 horas para remover a acetona.

15 O esquema da reação é mostrado abaixo:



(F) SÍNTESE DO 1-BUTIL-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio (60,0 g) e a acetona seca de
 alta pureza (> 99,5%, Aldrich, 300 mL) foram combinados em um frasco 11 e
 20 aquecidos ao refluxo com agitação magnética até o sólido se dissolver
 completamente. À temperatura ambiente, em um frasco 11 separado, o 1,1,2,2-
 tetrafluoretanossulfonato de potássio (TFES-K, 75,6 g) foi dissolvido em
 acetona seca de alta pureza (500 mL). Estas duas soluções foram combinadas
 à temperatura ambiente e deixadas para agitar magneticamente por 2 horas
 25 sob pressão de nitrogênio positiva. A agitação foi interrompida e o precipitado de
 KCl foi deixado assentar, então, removido por filtração por sucção através de

um funil de vidro com um chumaço de celita. A acetona foi removida *in vacuo* para fornecer um óleo amarelo. O óleo foi purificado adicionalmente pela diluição com acetona de alta pureza (100 mL) e agitado com carbono descolorante (5 g). A mistura foi filtrada por sucção novamente e a acetona
 5 removida *in vacuo* para fornecer um óleo incolor. Esta foi ainda seca a 4 Pa e 25° C por 6 horas para fornecer 83,6 g do produto.

^{19}F NMR (DMSO- d_6) δ -124,7. (dt, J = 6 Hz, J = 8 Hz, 2F); -136,8 (dt, J = 53 Hz, 2F).

^1H NMR (DMSO- d_6) δ 0,9 (t, J = 7,4 Hz, 3H); 1,3 (m, 2H); 1,8 (m,
 10 2H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (t, J = 7 Hz, 2H); 6,3 (dt, J = 53 Hz, J = 6Hz, 1H); 7,4 (s, 1H); 7,5 (s, 1H); 8,7 (s, 1H).

% de água pela titulação de Karl-Fisher: 0,14 %.

Cálculo analítico para $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{F}_6\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$: C, 37,6: H, 4,7: N, 8,8.
 Resultados Experimentais: C, 37,6: H, 4,6: N, 8,7.

15 TGA (ar): 10% em peso de perda @ 380° C, 50% em peso de perda @ 420° C.

TGA (N_2): 10% em peso de perda @ 375° C, 50% em peso de perda @ 422° C.

(G) SÍNTESE DE 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-TETRAFLUORETANO SULFONATO

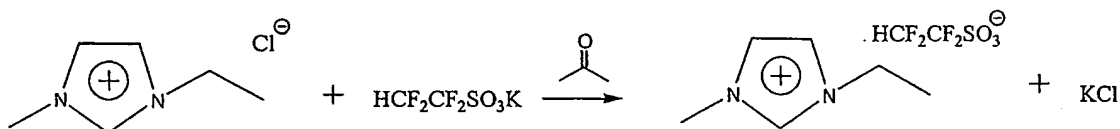
20 O cloreto de 1-etil-3-metilimidazólio (Emim – Cl, 98%, 61,0 g) e a acetona de grau reagente (500 mL) foram adicionados em um frasco de fundo redondo de 500 mL. A mistura foi suavemente aquecida (50° C) até quase todo o Emim-Cl ser dissolvido. Em um frasco separado de 500 mL foi adicionado o 1,1,2,2-tetrafluoretanossulfonato de potássio (TFES –K, 90,2 g) junto com a
 25 acetona de grau reagente (350 mL). Esta segunda mistura foi agitada magneticamente a 24° C até todo o TFES-K ser dissolvido.

Estas soluções foram combinadas em um frasco 11 produzindo uma suspensão branca leitosa. A mistura foi agitada a 24° C por 24 horas. O

precipitado de KCl foi então deixado para assentar deixando uma solução verde clara acima dele.

A mistura de reação foi filtrada uma vez através de um chumaço de celita/ acetona e novamente através de um funil de vidro para remover o KCl. A acetona foi removida primeiro *in vacuo* em um rotovap e então em uma
5 linha de vácuo máximo (4 Pa, 25° C) por 2 horas. O produto era um óleo amarelo claro viscoso (76,0 g, 64% de rendimento).

O esquema da reação é mostrado abaixo:



¹⁹F NMR (DMSO -d₆) δ -124,7 (dt, J_{FH} = 6 Hz, J_{FF} = 6 Hz, 2F); -
10 138,4 (dt, J_{FH} = 53 Hz, 2F).

¹H NMR (DMSO -d₆) δ 1,3 (t, J = 7,3 Hz, 3H); 3,7 (s, 3H); 4,0 (q, J = 7,3 Hz, 2H);

6,1 (tt, J_{PH} = 53 Hz, J_{FH} = 6 Hz, 1H); 7,2 (s, 1H); 7,3 (s, 1H); 8,5 (s, 1H).

15 % em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,18 %.

Cálculo analítico para C₈H₁₂N₂O₃F₄S: C, 32,9; H, 4,1; N, 9,6
Encontrado: C, 33,3; H, 3,7; N, 9,6.

Mp 45-46° C.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 379° C, 50% em peso de
20 perda @ 420° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 378° C, 50% em peso de
perda @ 418° C.

(H) SÍNTESE DE 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,3,3,3-

HEXAFLUORPROPANOSULFONATO

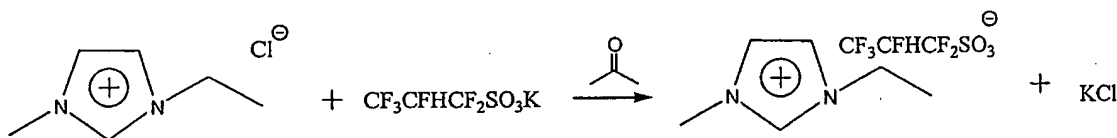
25 O cloreto de 1-etil-3-metilimidazólio (Emim – Cl, 98%, 50,5 g) e a

acetona de grau reagente (400 mL) foram adicionados em um frasco de fundo redondo 11. A mistura foi suavemente aquecida (50° C) até quase todo o Emim-Cl ser dissolvido. Em um frasco separado de 500 mL foi adicionado o 1,1,2,3,3,3-hexafluorpropanossulfonato de potássio (HFPS -K, 92,2 g) junto com a acetona de grau reagente (300 mL). Esta segunda mistura foi agitada magneticamente a temperatura ambiente até todo o HFPS-K ser dissolvido.

Estas soluções foram combinadas e agitadas sob pressão de N₂ positiva a 26° C por 12 horas produzindo uma suspensão branca leitosa. O precipitado de KCl foi então deixado para assentar durante a noite deixando uma solução amarela clara acima dele.

A mistura de reação foi filtrada uma vez através de um chumaço de celita/ acetona e novamente através de um funil de vidro. A acetona foi removida primeiro *in vacuo* em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (4 Pa, 25° C) por 2 horas. O produto era um óleo amarelo claro viscoso (103,8 g, 89% de rendimento).

O esquema da reação é mostrado abaixo:



¹⁹F NMR (DMSO-d₆) δ -73,8 (s, 3F); -114,5, -121,0 (ABq, J = 258 Hz, 2F); -210,6 (m, 1F, J_{HF} = 41,5 Hz).

¹H NMR (DMSO -d₆) δ 1,4 (t, J = 7,3 Hz, 3H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (q, J = 7,3 Hz, 2H);

5,8 (m, J_{HF}= 41,5 Hz, 1H); 7,7 (s, 1H); 7,8 (s, 1H); 9,1 (s, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,12 %.

Cálculo analítico para C₉H₁₂N₂O₃F₆S: C, 31,5; H, 3,5; N, 8,2.

Resultados Experimentais: C, 30,9; H, 3,3; N 7,8.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 342° C, 50% em peso de

perda @ 373° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 341° C, 50% em peso de perda @ 374° C.

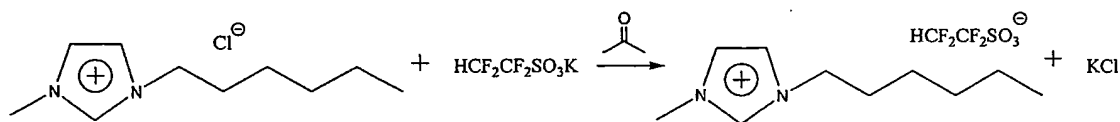
(I) SÍNTESE DE 1-HEXIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-

5

TETRAFLUOROETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-hexil-3-metilimidazólio (10 g, 0,0493 mols) foi misturado com a acetona de grau reagente (100 mL) em um frasco grande de fundo redondo e agitado vigorosamente em um cobertor de nitrogênio. O sulfonato de 1,1,2,2-tetrafluoretano de potássio (TFES-K, 10g, 0,0455 mols) foi adicionado à acetona de grau reagente (100 mL) em um frasco de fundo redondo separado e esta solução foi cuidadosamente adicionada à mistura de 1-hexil-3-metilimidazólio cloreto/ acetona. A mistura foi deixada para agitar durante a noite. A mistura de reação foi então filtrada utilizando um funil de vidro grande para remover o precipitado KCl branco formado, e o filtrado foi colocado em um evaporador giratório por 4 horas para remover a acetona.

O esquema da reação é mostrado abaixo:



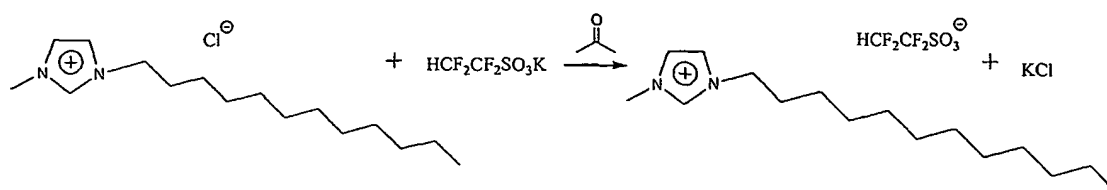
(J) SÍNTESE DE 1-DODECIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-

TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-dodecil-3-metilimidazólio (34,16 g, 0,119 mols) foi parcialmente dissolvido e acetona de grau reagente (400 mL) em um frasco de fundo redondo grande e agitado vigorosamente. O 1,1,2,2-tetrafluoretanossulfonato de potássio (TFES-K 26,24 g, 0,119 mols) foi adicionado à acetona de grau reagente (400 mL) em um frasco de fundo redondo separado e esta solução foi cuidadosamente adicionada à solução de cloreto de 1-dodecil-3-metilimidazólio. A mistura da reação foi aquecida a 60° C

sob refluxo por cerca de 16 horas. A mistura da reação foi então filtrada utilizando um funil de vidro grande para remover o precipitado de KCl branco formado e o filtrado foi colocado em um evaporador giratório por 4 horas para remover a acetona.

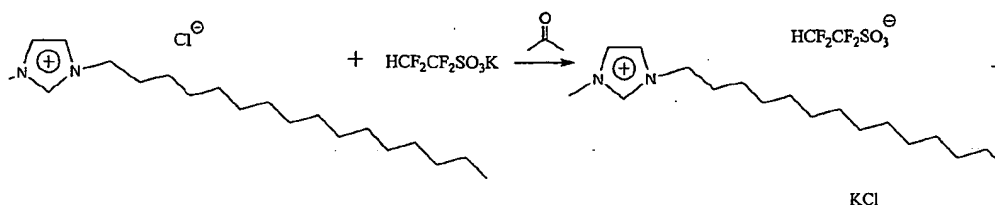
5 O esquema da reação é mostrado abaixo:



(K) SÍNTESE DO 1-HEXADECIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-hexadecil-3-metilimidazólio (17,0 g, 0,0496 mols) foi parcialmente dissolvido em acetona de grau reagente (100 mL) em um frasco de fundo redondo grande e agitado vigorosamente. O 1,1,2,2-tetrafluoretanosulfonato de potássio (TFES-K, 10,9 g, 0,0495 mols) foi adicionado à acetona de grau reagente (100 mL) em um frasco de fundo redondo separado e esta solução foi adicionada cuidadosamente à solução de cloreto de 1-hexadecil-3-metilimidazólio. A mistura de reação foi aquecida a 60° C sob refluxo por cerca de 16 horas. A mistura da reação foi então filtrada utilizando funil de vidro grande para remover o precipitado de KCl branco formado e o filtrado foi colocado em um evaporador giratório por 4 horas para remover a acetona.

O esquema da reação é mostrado abaixo:

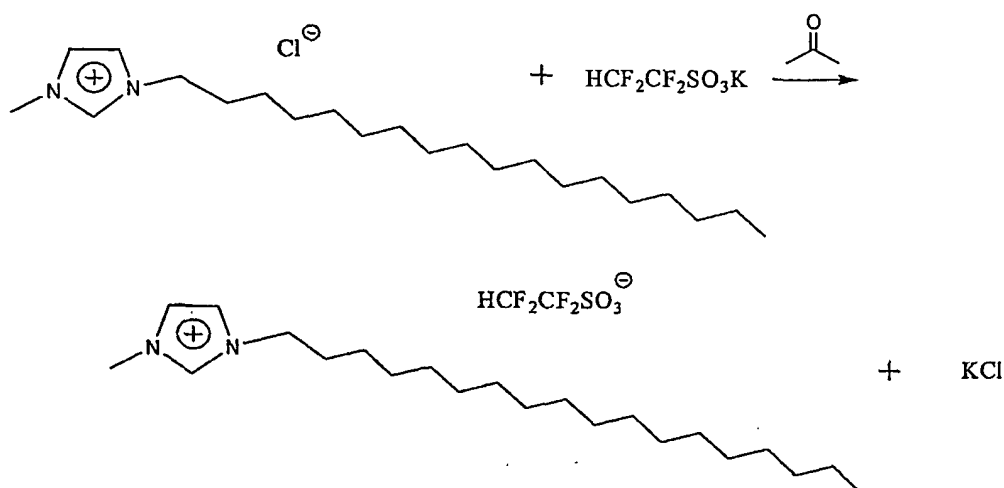


(L) SÍNTESE DO 1-OCTADECIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O cloreto de 1-octadecil-3-metilimidazólio (17,0 g, 0,0458 mols) foi

parcialmente dissolvido em acetona de grau reagente (200 mL) em um frasco de fundo redondo grande e agitado vigorosamente. O 1,1,2,2-tetrafluoretanosulfonato de potássio (TFES-K, 10,1 g, 0,0459 mols) foi adicionado à acetona de grau reagente (200 mL) em um frasco de fundo redondo separado e esta solução foi adicionada cuidadosamente à solução de cloreto de 1-octadecil-3-metilimidazólio. A mistura da reação foi aquecida a 60° C sob refluxo por cerca de 16 horas. A mistura da reação foi então filtrada utilizando funil de vidro grande para remover o precipitado de KCl branco formado e o filtrado foi colocado em um evaporador giratório por 4 horas para remover a acetona.

O esquema da reação é mostrado abaixo:



(M) SÍNTESE DO 1-PROPI-3-(1,1,2,2-TFES) IMIDAZÓLIO 1,1,2,2-

TETRAFLUORETANOSSULFONATO

O imidazol (19,2 g) foi adicionado ao tetrahidrofurano (80 mols).

Um recipiente de reação em um tubo de agitação de vidro foi preenchido com a solução de imidazol contendo THF. O recipiente foi resfriado a 18° C, evacuado a 0,08 MPa e purgado com nitrogênio. O ciclo de evacuação/ purga foi repetido mais duas vezes. Então, foi adicionado ao recipiente o tetrafluoretileno (TFE, 5 g) e ele foi aquecido a 100° C em cujo tempo a pressão interna era de 0,72 MPa. Conforme a pressão TFE diminuía devido à reação, mais TFE foi

adicionado em pequenas alíquotas (5 g cada) para manter a pressão operante aproximadamente entre 0,34 MPa e 0,86 MPa. Uma vez que 40 g de TFE tinha sido alimentado, o recipiente foi expelido e resfriado a 25° C. O THF foi então removido sob vácuo e o produto foi destilado à vácuo a 40° C para gerar o produto puro conforme mostrado pelo ^1H e ^{19}F NMR (rendeu 44 g). O iodopropano (16,99 g) foi misturado com 1-(1,1,2,2-tetrafluoretil)imidazol (16,8 g) em acetonitrila (100 mL), e a mistura foi refluxada por 3 dias. O solvente foi removido *in vacuo*, rendendo um sólido ceroso amarelo (rendeu 29 g). O produto, iodeto de 1-propil-3-(1,1,2,2-tetrafluoretil)imidazólio foi confirmado pelo ^1H NMR (em CD_3CN) [0,96 (t, 3H); 1,99 (m, 2H); 4,27 (t, 2H); 6,75 (t, 1H); 7,72 (d, 2H); 9,95 (s, 1H)].

O iodeto (24 g) foi então adicionado a 60 mL de acetona seca, seguido por 15,4 g de 1,1,2,2-tetrafluoretanossulfonato em 75 mL de acetona seca. A mistura foi aquecida a 60° C durante a noite e um precipitado branco denso foi formado (iodeto de potássio). A mistura foi resfriada, filtrada, e o solvente do filtrado foi removido utilizando um evaporador giratório. Algum iodeto de potássio adicional foi removido sob filtração. O produto foi ainda purificado pela adição de 50 g de acetona, 1 g de carvão vegetal, 1 g de celita e 1 g de gel de sílica. A mistura foi agitada por 2 horas, filtrada e o solvente removido. Isto gerou 15 g de um líquido, mostrado por NMR como sendo o produto desejado.

N) SÍNTESE DE 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,3,3,3-

HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO (BMIM-HFPS)

O cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio (Bmim-Cl, 50,0 g) e acetona seca de elevada pureza (> 99,5%, 500 mL) foram combinados em um frasco 11 e aquecidos ao refluxo com agitação magnética ate todo o sólido dissolver. À temperatura ambiente em um frasco 11 separado, o 1,1,2,3,3,3-hexafluorpropanossulfonato de potássio (HFPS-K) foi dissolvido em acetona

seca de pureza elevada (550 mL). Estas duas soluções foram combinadas à temperatura ambiente e deixadas para agitar magneticamente por 12 horas sob pressão de nitrogênio positiva. A agitação parou e o precipitado de KCl foi deixado para assentar. Este sólido foi removido pela filtração por sucção
 5 através de um funil de vidro com um chumaço de celita. A acetona foi removida *in vacuo* para fornecer um óleo amarelo. O óleo foi ainda purificado pela diluição com acetona de pureza elevada (100 mL) e agitado com carbono descolorante (5 g). A mistura foi filtrada por sucção e a acetona foi removida *in vacuo* para fornecer um óleo incolor. Este foi ainda seco a 4 Pa e 25° C por 2
 10 horas para fornecer 68,6 g do produto.

^{19}F NMR (DMSO- d_6) δ -73,8 (s, 3F); -114,5, -121,0 (ABq, J = 258 Hz, 2F); - 210,6 (m, J = 42 Hz, 1F).

^1H NMR (DMSO- d_6) δ 0.9 (t, J = 7,4 Hz, 3H); 1,3 (m, 2H); 1,8 (m, 2H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (t, J = 7 Hz, 2H); 5,8 (dm, J = 42 Hz, 1H); 7,7 (s, 1H); 7,8
 15 (s, 1H); 9,1 (s, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,12 %.

Cálculo analítico para $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{F}_6\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$: C, 35,7; H, 4,4; N, 7,6.

Resultados Experimentais: C, 34,7; H, 3,8; N, 7,2.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 340° C, 50% em peso de
 20 perda @ 367° C.

TGA (N_2): 10% em peso de perda @ 335° C, 50% em peso de perda @ 361° C.

Cloreto extraível pela cromatografia iônica: 27 ppm.

(O) SÍNTESE DO 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-TRIFLUOR-2-

25

(TRIFLUORMETÓXI)ETANOSSULFONATO (BMIM-TTES)

O cloreto de 1-butil-3- metilimidazólio (Bmim-Cl, 10,0 g) e a água deionizada (15 mL) foram combinados a temperatura ambiente em um frasco de 200 mL. A temperatura ambiente em um frasco de 200 mL separado, o

1,1,2-trifluor-2-(trifluormetóxi)etanossulfonato (TTES-K, 16,4 g) foi dissolvido em água deionizada (90 mL). Estas duas soluções foram combinadas a temperatura ambiente e deixadas para agitar magneticamente por 30 minutos, sob pressão de nitrogênio positiva para fornecer uma mistura bifásica com o líquido iônico desejado como a fase do fundo. As camadas foram separadas e a fase aquosa foi extraída com porções de 2 x 50 mL do cloreto de metileno. As camadas orgânicas combinadas foram secas sobre sulfato de magnésio e concentradas *in vacuo*. O produto de óleo incolor foi seco por 4 horas a 5 Pa e 25° C para gerar 15,0 g do produto.

¹⁹F NMR (DMSO -d₆) δ -56,8 (d, J_{FH} = 4 Hz, 3F); -119,5, -119,9 (subdivisão ABq, J = 260 Hz, 2F); -142,2 (dm, J_{FH} = 53 Hz, 1F).

¹H NMR (DMSO -d₆) δ 0,9 (t, J = 7,4 Hz, 3H); 1,3 (m, 2H); 1,8 (m, 2H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (t, J = 7,0 Hz, 2H); 6,5 (dt, J = 53 Hz, J = 7 Hz, 1H); 7,7 (s, 1H); 7,8 (s, 1H); 9,1 (s, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 613 ppm.

Cálculo analítico para C₁₁H₁₆F₆N₂O₄S: C, 34,2; H, 4,2; N, 7,3.

Resultados Experimentais: C, 34,0; H, 4,0; N, 7,1.

TGA (ar): 10% em peso da perda @ 328° C, 50% em peso da perda @ 354° C.

TGA (N₂): 10% em peso da perda @ 324° C, 50% em peso da perda @ 351° C.

Cloreto extraível pela cromatografia iônica: < 2 ppm.

(P) SÍNTESE DO 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-TRIFLÚOR-2-(PERFLUORETÓXI)ETANOSSULFONATO (BMIM-TPES)

O cloreto de 1-butil-3- metilimidazólio (Bmim-Cl, 7,8 g) e a acetona seca (150 mL) foram combinados a temperatura ambiente em um frasco de 500 mL. À temperatura ambiente em um frasco de 200 mL separado, o 1,1,2-trifluor-2-(perfluoretóxi)etanossulfonato (TPES-K, 15,0 g) foi dissolvido

em acetona seca (300 mL). Estas duas soluções foram combinadas e deixadas para agitar magneticamente por 12 horas, sob pressão de nitrogênio positiva. O precipitado de KCl foi então deixado para assentar deixando uma solução incolor acima deste. A mistura de reação foi filtrada uma vez através de um chumaço de celite/ acetona e novamente através de um funil de vidro para remover o KCl. A acetona foi removida *in vácuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (4 Pa, 25° C) por 2 horas. O KCl residual foi ainda precipitado da solução, então o cloreto de metileno (50 mL) foi adicionado ao produto bruto, que foi então lavado com água deionizada (2 x 50 mL). A solução foi seca sobre sulfato de magnésio e o solvente foi removido *in vácuo* para gerar o produto como um óleo amarelo claro viscoso (12,0 g, 62% de rendimento).

^{19}F NMR (CD_3CN) δ -85,8 (s, 3F); -87,9, -90,1 (subdivisão ABq, $J_{\text{FF}} = 147$ Hz, 2F); -120,6, -122,4 (subdivisão ABq, $J_{\text{FF}} = 258$ Hz, 2F); -142,2 (dm, $J_{\text{FH}} = 53$ Hz, 1F).

^1H NMR (CD_3CN) δ 1,0 (t, $J = 7,4$ Hz, 3H); 1,4 (m, 2H); 1,8 (m, 2H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (t, $J = 7,0$ Hz, 2H); 6,5 (dm, $J = 53$ Hz, 1H); 7,4 (s, 1H); 7,5 (s, 1H); 8,6 (s, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,461.

Cálculo analítico para $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{F}_8\text{N}_2\text{O}_4\text{S}$: C, 33,0; H, 3,7.

Resultados Experimentais: C, 32,0; H, 3,6.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 334° C, 50% em peso de perda @ 353° C.

TGA (N_2): 10% em peso de perda @ 330° C, 50% em peso de perda @ 365° C.

(Q) SÍNTESE DO TETRADECIL (TRI-N-BUTIL) FOSFONIO 1,1,2,3,3,3-

HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO ([4,4,4,14]P-HFPS)

A um frasco de fundo redondo de 4 litros foi adicionado o líquido iônico de cloreto de tetradecil (tri-n-butil) fosfonio (Cyphos® 167, 345 g) e água

deionizada (1000 mL). A mistura foi magneticamente agitada até ser de fase única. Em um frasco de 2 litros separado, o 1,1,2,3,3,3-hexafluorpropanossulfonato de potássio (HFPS-K, 214,2 g) foi dissolvido em água deionizada (1100 mL). Essas soluções foram combinadas e agitadas sob
 5 pressão de N₂ positiva a 26° C por 1 hora produzindo um óleo branco leitoso. O óleo foi lentamente solidificado (439 g) e foi removido pela filtração por sucção e então dissolvido em clorofórmio (300 mL). A camada aquosa remanescente (pH =2) foi extraída uma vez com o clorofórmio (100 mL). As camadas de clorofórmio foram combinadas e lavadas com uma solução de carbonato de
 10 sódio aquosa (50 mL) para remover qualquer impureza ácida. Elas foram então secas sobre sulfato de magnésio, filtradas por sucção e reduzidas *in vacuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (4 Pa, 100° C) por 16 horas para gerar o produto final como um sólido branco (380 g, 76% de rendimento).

¹⁹F NMR (DMSO-d₆) δ -73,7 (s, 3F); -114,6, -120,9 (ABq, J = 258
 15 Hz, 2F); - 210,5 (m, J_{HF} = 41,5 Hz, 1F).

¹H NMR (DMSO- d₆) δ 0,8 (t, J = 7,0 Hz, 3H); 0,9 (t, J = 7,0 Hz, 9H); 1,3 (br s, 20H); 1,4 (m, 16H); 2,2 (m, 8H); 5,9 (m, J_{HF} = 42 Hz, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 895 ppm.

Cálculo analítico para C₂₉H₅₇F₆O₃PS: C, 55,2; H, 9,1; N, 0,0.

20 Resultados Experimentais: C, 55,1; H, 9,1; N, 0,0.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 373° C, 50% em peso de perda @ 421° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 383° C, 50% em peso de perda @ 436° C.

25 **(R) SÍNTESE DO TETRADECIL (TRI-N-HEXIL)FOSFONIO 1,1,2-TRIFLUOR-2-**

(PERFLUORETÓXI) ETANOSSULFONATO ([6,6,6,14] P-TPES)

A um frasco de fundo redondo de 500 mL foi adicionado a acetona (grau espectroscópico, 50 mL) e um líquido iônico de cloreto de

tetradecil (tri-n-hexil) fosfonio (Cyphos[®] IL-101, 33,7 g). A mistura foi agitada magneticamente até ela ser de fase única. Em um frasco 11 separado, o 1,1,2-trifluor-2-(perfluoretóxi) etanossulfonado de potássio (TPES-K, 21,6 g) foi dissolvido em acetona (400 mL). Estas soluções foram combinadas e agitadas sob pressão de N₂ positiva a 26° C por 12 horas para produzir um precipitado branco de KCl. O precipitado foi removido com filtração por sucção a acetona foi removida *in vacuo* em um rotovap para produzir o produto bruto como um óleo turvo (48 g). O clorofórmio (100 mL) foi adicionado e a solução foi lavada 1 vez com água deionizada (50 mL). Ela foi então seca sobre sulfato de magnésio, e reduzida *in vacuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (8 Pa, 24° C) por 8 horas para gerar o produto final como um óleo levemente amarelo (28 g, 56% de rendimento).

¹⁹F NMR (DMSO -d₆) δ -86,1 (s, 3F); -88,4, -90,3 (subdivisão ABq, J_{FF} = 147 Hz, 2F); -121,4, -122,4 (subdivisão ABq, J_{FF} = 258 Hz, 2F); -143,0 (dm, J_{FH} = 53 Hz, 1F).

¹H NMR (DMSO-d₆) δ 0,9 (m, 12H); 1,2 (m, 16H); 1,3 (m, 16H); 1,4 (m, 8H); 1,5 (m, 8H); 2,2 (m, 8H); 6,3 (dm, J_{FH} = 54 Hz, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,11.

Cálculo analítico para C₃₆H₆₉F₈O₄PS: C, 55,2; H, 8,9; N, 0,0.

Resultados Experimentais: C, 55,2; H, 8,2; N, 0,1.

TGA (ar): 10% em perda de peso @ 311° C, 50% 10% em perda de peso @ 339° degrees C.

TGA (N₂): 10% em perda de peso @315° C, 50% em perda de peso @ 343° C.

(S) SÍNTESE DO TETRADECIL (TRI-N-HEXIL)FOSFÔNIO 1,1,2-TRIFLÚOR-2-(TRIFLUORMETÓXI)ETANOSSULFONATO ([6,6,6,14]P-TTES)

A um frasco de fundo redondo de 100 mL foi adicionado a acetona

(grau espectroscópico, 50 mL) e um líquido iônico de cloreto de tetradecil (tri-n-hexil) fosfônio (Cyphos® IL 101, 20,2 g). A mistura foi agitada magneticamente até ela ser de fase única. Em um frasco separado de 100 mL, o 1,1,2-trifluor-2-(trifluorometóxi) etanossulfonato de potássio (TTES-K, 11,2 g) foi dissolvido em acetona (100 mL).

- 5 Estas soluções foram combinadas e agitadas sob pressão de N₂ positiva a 26° C por 12 horas para produzir um precipitado branco de KCl.

O precipitado foi removido com filtração por sucção a acetona foi removida *in vacuo* em um rotovap para produzir o produto bruto como um óleo turvo. O produto foi diluído em etil éter (100 mL) e então lavado 1 vez com água deionizada (50 mL), duas vezes com uma solução de carbonato de sódio aquoso (50 mL) para
10 remover qualquer impureza acida e mais duas vezes com água deionizada (50 mL). A solução de éter foi então seca sobre sulfato de magnésio e reduzida *in vacuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (4 Pa, 24° C) por 8 horas para gerar o produto final como um óleo (19,0 g, 69% de rendimento).

- 15 ¹⁹F NMR (CD₂Cl₂) δ -60.2 (d, J_{FH} = 4 Hz, 3F); -120,8, -125,1 (subdivisão ABq, J = 260 Hz, 2F); -143,7 (dm, J_{FH} = 53 Hz, 1F).

¹H NMR (CD₂Cl₂) δ 0,9 (m, 12H); 1,2 (m, 16H); 1,3 (m, 16H); 1,4 (m, 8H); 1,5 (m, 8H); 2,2 (m, 8H); 6,3 (dm, J_{FH} = 54 Hz, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 412 ppm.

- 20 Cálculo analítico para C₃₅H₆₉F₆O₄PS: C, 57,5; H, 9,5; N, 0,0.

Resultados Experimentais: C, 57,8; H, 9,3; N, 0,0.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 331° C, 50% em peso de perda @ 359° C.

- 25 TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 328° C, 50% em peso de perda @ 360° C.

(T) SÍNTESE DE 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-TETRAFLUOR-2-

(PENTAFLUORETÓXI)SULFONATO (EMIM- TPENTAS)

A um frasco de fundo redondo de 500 mL foram adicionados o

cloreto de 1-etil-3-metilimidazólio (Emim-Cl, 98%, 18,0 g) e a acetona de grau reagente (150 mL). A mistura foi levemente agitada aquecida (50° C) até todo o Emim-Cl ter sido dissolvido. Em um frasco separado de 500 mL, o 1,1,2,2-tetraflúor-2-(pentafluoretóxi) sulfonato de potássio (TPENTAS-K, 43,7 g) foi
 5 dissolvido em acetona de grau reagente (450 mL).

Estas soluções foram combinadas em um frasco 11 produzindo um precipitado branco (KCl). A mistura foi agitada a 24° C por 8 horas. O precipitado de KCl foi deixado assentar, então, deixando uma solução amarela clara acima dele. O KCl foi removido por filtração por sucção através de um chumaço de celita/ acetona.
 10 A acetona foi removida *in vacuo* para fornecer um óleo amarelo, que foi diluído com o clorofórmio (100 mL). O clorofórmio foi lavado três vezes com água deionizada (50 mL), seco sobre sulfato de magnésio, filtrado e reduzido *in vacuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (4 Pa, 24° C) por 8 horas. O produto era um óleo amarelo claro (22,5 g).

15 ¹⁹F NMR (DMSO-d₆) δ -82,9 (m, 2F); -87,3 (s, 3F); -89,0 (m, 2F); -118,9 (s, 2F).

¹H NMR (DMSO-d₆) δ. 1,5 (t, J = 7,3 Hz, 3H); 3,9 (s, 3H); 4,2 (q, J = 7,3 Hz, 2H); 7,7 (s, 1H); 7,8 (s, 1H); 9,1 (s, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,17%.

20 Cálculo analítico para C₁₀H₁₁N₂O₄F₉S: C, 28,2; H, 2,6; N, 6,6

Resultados Experimentais: C, 28,1; H, 2,9; N, 6,6.

TGA (ar): 10% em peso de perda @ 351° C, 50% em peso de perda @ 401° C.

TGA (N₂): 10% em peso de perda @ 349° C, 50% em peso de
 25 perda @ 406° C.

(U) SÍNTESE DE TETRABUTILFOSFÔNIO 1,1,2-TRIFLÚOR-2-

(PERFLUORETÓXI)ETANOSSULFONATO (TBP-TPES)

A um frasco de fundo redondo de 200 mL foi adicionado a água

deionizada (100 mL) e brometo de tetra-n-butilfosfônio (Cytec Canadá Inc., 20,2 g). A mistura foi agitada magneticamente até todo o sólido ter sido dissolvido. Em um frasco separado de 300 mL, o 1,1,2-trifluór-2-(perfluoretóxi) etanossulfonato de potássio (TPES-K, 20,0 g) foi dissolvido em água
 5 deionizada (400 mL) aquecida a 70° C. Estas soluções foram combinadas e agitadas sob pressão de N₂ positiva a 26° C por 2 horas para produzir uma camada oleosa menor. O produto da camada oleosa foi separado e diluído em clorofórmio (30 mL) e então lavado 1 vez com uma solução de carbonato de sódio aquosa (4 mL) para remover qualquer impureza ácida e três vezes com
 10 água deionizada (20 mL). Ela foi então seca sobre sulfato de magnésio e reduzida *in vacuo* primeiro em um rotovap e então em uma linha de vácuo máximo (8 Pa, 24° C) por 2 horas para gerar o produto final como um óleo incolor (28,1 g, 85% de rendimento).

¹⁹F NMR (CD₂Cl₂) δ -86,4 (s, 3F); -89,0, -90,8 (subdivisão ABq, J_{FF} = 147 Hz, 2F); -119,2, -125,8 (subdivisão ABq, J_{FF} = 254 Hz, 2F); -141,7 (dm, J_{FH} = 53 Hz, 1F).

¹H NMR (CD₂Cl₂) δ 1,0 (t, J = 7,3 Hz, 12H); 1,5 (m, 16H); 2,2 (m, 8H); 6,3 (dm, J_{FH} = 54 Hz, 1H).

% em água pela titulação de Karl-Fisher: 0,29.

20 Cálculo analítico para C₂₀H₃₇F₈O₄PS: C, 43,2; H, 6,7; N, 0,0.

Resultados Experimentais: C, 42,0; H, 6,9; N, 0,1.

Brometo detectável pela cromatografia iônica: 21 ppm.

As medidas de solubilidade e difusibilidade foram feitas utilizando uma microbalança gravimétrica (Hiden Isochema Ltda, IGA 003, Warrington,
 25 Reino Unido). O projeto IGA integra o controle computacional preciso e a medida da mudança do peso, pressão e temperatura para permitir a determinação automática e reprodutível completa das linhas isotérmicas e isobáricas de adsorção- dessorção do gás. O microbalanço consiste em uma

eletrobalança com amostra e componentes de contra peso dentro de um recipiente de pressão de aço inoxidável conforme mostrado na Figura 18 e descrito no Exemplo 38, Tabela 31. O balanço possuía um intervalo de peso de 0 a 100 mg com uma resolução de 0,1 µg. Uma pressão de aço inoxidável de pressão aprimorada (SS316LN) capaz de operação a 20,0 bar e 100° C foi instalada. Cerca de 60 mg de amostra de líquido iônico foi adicionado ao recipiente da amostra e o reator foi vedado. A amostra foi seca e degaseificada ao primeiro atrair um vácuo na amostra com uma bomba do diafragma (Pfeiffer, modelo MVP055-3, Asslar, Alemanha) e então evacuou completamente o reator a 10° C com uma turbobomba (Pfeiffer, model TSH-071). Enquanto estava sob profundo vácuo, a amostra foi aquecida a 75° C por 10 horas com um revestimento de água externo conectado ao banho de temperatura constante de controle remoto (Huber Ministat, modelo cc-S3, Offenburg, Alemanha). Um etileno glicol de 30 % e mistura água de 70% pelo volume foi utilizado como o fluido de recirculação com uma temperatura no intervalo de 5 a 90° C. A massa da amostra diminuiu lentamente como água residual e os gases foram removidos. Uma vez que massa tinha sido estabilizada por pelo menos 60 minutos, a massa seca da amostra foi registrada. A perda em porcentagem para diversos líquidos iônicos testados estava no intervalo de 1 a 3%.

O IGA003 pode operar no modo dinâmico e estático. O modo de operação dinâmico fornece um fluxo contínuo de gás (máx de 500 cm³ min⁻¹) pela amostra e as válvulas de descarga controlam a pressão no ponto estabelecido. A operação do modo estático introduz o gás em cima da balança, longe da amostra e ambas as válvulas de entrada e descarga controlam a pressão do ponto estabelecido. Todas as medidas de absorção foram realizadas no modo estático. A temperatura da amostra foi medida com um tipo de termopar K com uma precisão de ± 0,1° C. O termopar estava localizado

dentro do reator próximo ao recipiente da amostra. O revestimento de água manteve a temperatura do ponto estabelecido automaticamente, dentro de uma precisão de regulação típica de $\pm 0,1^\circ \text{C}$. Quatro isotermas (a 10, 25, 50 e 75°C) foram medidas começando com 10°C . Uma vez a temperatura desejada foi obtida e estava estável, as válvulas de entrada e descarga abriram e fecharam para ajustar a pressão ao primeiro ponto estabelecido. As pressões de 10^{-9} a 10^{-1} bar foram medidas utilizando um manômetro de capacitância (Pfeiffer, modelo PKR251), e as pressões de 10^{-1} to 20.0 bar foram medidas utilizando uma tensão de resistência piezo (Druck, model PDCR4010, New Fairfield, CT).

A regulação manteve a pressão do reator em dentro de ± 4 a 8 mbar. A taxa do declive da pressão foi estabelecida a $200 \text{ mbar min}^{-1}$ e a taxa de declive da temperatura foi estabelecida a $1^\circ \text{C min}^{-1}$. O maior limite da pressão do reator de aço inoxidável foi de 20, 0 bar e as diversas isobáricas até 10 bar (isto é, 0,1, 0,5, 1, 4, 7, 10 bar) foram medidos. Para assegurar tempo suficiente para o equilíbrio gás-líquido, as amostras do líquido iônico foram mantidas no ponto estabelecido por um mínimo de 3 horas com um tempo limite máximo de 8 horas.

O método IGA explora o comportamento de relaxamento seguindo as mudanças de pressão e temperatura para avaliar simultaneamente a absorção dependente de tempo e a ingestão assintótica. O processador em tempo real utilizado para determinar o ponto final para cada isoterma. A porcentagem de relaxamento utilizada como um ponto final para a análise em tempo real era de 99%. A mudança de peso mínima para a análise em tempo real foi estabelecida em $1 \mu\text{g}$, o desvio médio aceitável do modelo dos dados adquiridos foi estabelecido em $7 \mu\text{g}$ e o intervalo alvo para a aquisição do peso foi estabelecido em um valor típico de $1 \mu\text{g}$. A variação de temperatura durante uma isoterma foi mantida inferior a $0,1^\circ \text{C.min}^{-1}$.

As características de segurança do IGA003 incluíam uma válvula

de redução de pressão e o controle sobre a temperatura para o reator. A válvula de redução instalada na fábrica foi substituída por uma válvula de redução diretriz DuPont (Circle-Seal, pressão de ponto estabelecido a 24,5 bar; DuPont, Wilmington, Delaware). Para proteger ainda o sistema de microbalanço da pressão excessiva, as válvulas de redução adicionais foram instaladas no coletor do gás usual e em cada cilindro de gás; estas válvulas de redução foram ajustadas para abrir caso a pressão excedesse 25 bar. O controlador de bloqueio da temperatura excessiva do reator que atinge o padrão no IGA003 foi ajustado para desligar a água do banho caso a temperatura excedesse 100° C. Devido ao fato de que alguns dos casos testados serem inflamáveis (isto é, HFC-32, HFC-143a e HFC-152a), o IGA003 foi montado dentro de uma câmara de aço inoxidável comum purgada com nitrogênio que iria minimizar a possibilidade de uma chama.

As medidas termogravimétricas foram corrigidas de uma série de forças de balanço gravitacional introduzidas em alta pressão conforme descrito por Pinkerton, E. P., et al. (*High-pressure gravimetric measurement of hydrogen capacity in vapor-grown carbon nanofibers and related materials*. Proceedings of the 11th Canadian Hydrogen Conference, Victoria, BC (2001) págs 633-642). Estas incluíam:

- (1) Mudanças nas forças de flutuação devido às mudanças na pressão e temperatura.
- (2) Força de arraste aerodinâmica criada pelo fluxo de gases.
- (3) Mudanças na sensibilidade da balança devido às mudanças na pressão e temperatura.
- (4) Mudanças volumétricas nas amostras devido à expansividade.

As forças do balanço gravitacional descritas previamente são freqüentemente de mesma ordem de magnitude (de 0,1 a 5 mg) como a mudança de peso total na amostra e podem levar a resultados imprecisos se

não consideradas precisamente. A mudança da massa característica com uma precisão de 0,01% em peso em quantidades de amostra pequenas e algumas vezes limitada requer o conhecimento do peso da amostra dentre cerca de 5 a 10 μg .

5 A correção da flutuação segue do princípio de Arquimedes: há uma força para cima exercida em um objeto equivalente à massa do fluido deslocado. A força para cima (C_b) devido à flutuação é calculada utilizando 1 eq onde a massa do gás deslocado é equivalente ao volume do objeto submerso (V_i) vezes a densidade (ρ_g) do gás em uma dada (T , P) e a
10 aceleração gravitacional (g). Se o volume do objeto permanecer constante, V_i pode ser calculado ao conhecer a massa (m_i) e a densidade (ρ_i) do objeto.

$$C_b = \text{Flutuação} = g V_i \rho_g(T, P) = g \frac{m_i}{\rho_i} \rho_g(T, P)$$

(1)

Ao invés de utilizar as densidades do gás fornecidas no Hiden
15 Isochema IGA software, a densidade do gás para cada um deles foi calculado utilizando um programa de computador (Refprop v.7) desenvolvido pelo National Institute of Standards and Technology (NIST) (Lemmon EW, et al. [NIST reference fluid thermodynamic and transport properties (propriedades de transporte e fluido termodinâmico de referência) - REFPROP, version 7.0 user's
20 guide, U.S. Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, Standard Reference Data Program, Gaithersburg, Maryland, 2002]).

A correção da flutuação utilizando o sistema IGA003 envolve muitos objetos adicionais para pesar a amostra. A Tabela 31 fornece uma lista
25 de cada componente crítico junto com o peso dos objetos, material, densidade e temperatura. O arranjo do componente na Figura 18 conduz a um equilíbrio da massa conforme mostrado pela equação 2. Esta expressão leva em

consideração a somatória de todos componentes bem como a contribuição da massa de gás absorvida (m_a) e o fator de correção (C_f) que leva em consideração a sensibilidade do equilíbrio a T, P. A densidade do ar (ρ_{ar}) na temperatura ambiente e a pressão foram subtraídas de ρ_i e ρ_j porque os

5 componentes foram pesados inicialmente ao ar.

$$\sum_{i=1} m_i - \sum_{j=1} m_j - \sum_{i=1} \frac{m_i}{\rho_i} \rho_g(T_i, P) + \sum_{j=1} \frac{m_j}{\rho_j} \rho_g(T_j, P) + m_{IL} + m_a - \frac{m_{IL}}{\rho_s(T_s)} \rho_g(T_s, P) - \frac{m_a}{\rho_a(T_s)} \rho_g(T_s, P) - C_f(T_s, P)$$

(2)

As maiores contribuições na equação 2 são tipicamente aquelas do recipiente da amostra, a amostra e o contra peso; os outros objetos de referência na Tabela 31 contribuem menos por causa de suas maiores densidades (denominadores na equação 2). As densidades físicas dos líquidos iônicos foram medidas utilizando um picnômetro de hélio Micromeritics Accupyc 1330 com uma precisão de $\pm 0,001 \text{ g.cm}^{-3}$ (Micromeritics Instrument Corp., Norcross, GA). Inicialmente, o volume (V_{IL}) de cada amostra foi calculado de

10 sua densidade picnométrica (ρ_s) e o peso da amostra da massa seca (ρ_s), mas a expansão volumétrica ($\Delta \tilde{V}/\tilde{V}_0$) devido à absorção do gás foi levada em consideração mais tarde conforme descrito abaixo para determinar mais precisamente o efeito de flutuação.

O sistema foi operado no modo estático que elimina

20 essencialmente quaisquer forças de arraste aerodinâmicas devido aos gases de fluxo. As eletrobalanças são sensíveis às flutuações de temperatura e pressão no braço de feixe e na eletrônica interna. Para minimizar este efeito, as balanças eletrônicas são aquecidas externamente com um aquecedor de banda a uma temperatura de $45 \pm 0,1^\circ \text{ C}$. Em adição, as temperaturas do

25 componente fornecidos na Tabela 31 são medidas para a amostra (T_s) e todos

os outros são estimados. Portanto, um fator de correção (C_f) foi determinado como uma função de T , P pela medida do efeito de flutuação sem uma amostra e calculando o ajuste do menor quadrado para tarar a balança. O fator de correção estava na ordem de 0,1 a 0,3 mg e aumentou conforme esperado com a diminuição da temperatura e o aumento da pressão.

Inicialmente o volume da amostra de líquido iônico foi considerado como sendo constante e a solubilidade da fração molar calculada sem levar em consideração os efeitos de flutuação devido à expansividade da amostra. A fim de realizar uma correção de flutuação apropriada devido a mudança do volume líquido, uma simples média da fração molar para o volume molar, V_m foi utilizada.

$$\tilde{V}_m(T, P) = \tilde{V}_{IL}(1 - x) + \tilde{V}_g x,$$

(3)

onde $\tilde{V}_i = MW_i / \rho_i$ e x representa a fração molar do gás na solução.

$$V_m(T, P) = \tilde{V}_m(T, P) \left[\left(\frac{m_{IL}}{MW_{IL}} \right) + \left(\frac{m_g}{MW_g} \right) \right]$$

(4)

$$\frac{m_s}{\rho_s(T_s)} \rho_g(T_s, P) + \frac{m_a}{\rho_a(T_s)} \rho_g(T_s, P) = V_m(T, P) \rho_g(T, P)$$

(5)

Como uma primeira aproximação, as equações 3 e 4 foram utilizadas para estimar a mudança no volume da amostra de líquido, V_m , nas condições T , P medidas. A equação 5 pode ser substituída na equação 2 para considerar a mudança na flutuação com relação à expansividade da amostra.

Além do equilíbrio da solubilidade, os dados de absorção dependente do tempo também foram reunidos utilizando a microbalança

gravimétrica Hiden para cada ponto estabelecido de T, P. A fim de entender o comportamento dependente de tempo do gás dissolvido no líquido, foi aplicado um modelo matemático com base no processo de difusão de massa simplificado. Imagine um recipiente de fundo chato preenchido com líquido iônico em uma certa altura do nível de líquido (L). A altura é determinada ao conhecer a geometria cilíndrica do recipiente da amostra, o peso da amostra seca após a evacuação e o aquecimento e a densidade do líquido iônico na temperatura apropriada. Após a evacuação, o gás é introduzido no recipiente da amostra Pyrex® com uma pressão constante em uma dada temperatura.

10 Uma pequena quantidade de gás irá começar dissolvendo no líquido iônico e após tempo suficiente irá atingir um equilíbrio termodinâmico, que é o limite da solubilidade do gás no líquido iônico em uma dada T e P. Este comportamento transiente com tempo é modelado conforme descrito por Shiflett, M. B. e Yokozeki, A. (*Ind. Eng. Chem. Research*, 2005, 44, 4453 – 4464) e Yokozeki,

15 A. (*Int. J. Refrigeration*, 2002, 22, 695 – 704).

Os processos de dissolução do gás no líquido podem ser um fenômeno altamente complexo por causa de uma possível evolução do calor na mistura, a convecção do líquido subsequente devido a diferença de temperatura local, bem como a convecção livre devido à diferença de densidade e a possível mudança nas propriedades termofísicas do líquido. As

20 seguintes suposições foram feitas para o gás dissolvido (Shiflett, M. B., e Yokozeki, A. (acima); e Yokozeki, A. (*Time-dependent behavior of gas absorption in lubricant oil* [Int. J. Refrigeration (2002), 22, 695 – 704]):

(1) O gás dissolve através de um processo de difusão (vertical) de uma dimensão, em que não há fluxo de convecção no líquido.

25

(2) Uma camada limite fina entre as fases gás e líquida existe, onde o equilíbrio termodinâmico é instantaneamente estabilizado com a saturação da concentração (C_s), e onde a concentração é constante todo o

tempo em uma dada temperatura e pressão.

(3) A temperatura e a pressão são mantidas constantes.

(4) O gás dissolvido em líquido é uma solução altamente diluída e assim as propriedades termofísicas relevantes da solução não mudam.

5 O processo pode então ser descrito por uma difusão unidimensional devido à diferença de concentração local. As equações diferenciais que governam são:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}$$

(6)

10 Condição inicial: $C = C_0$ quando $t = 0$ e $0 < z < L$

(7)

Condições limite: $C = C_s$ quando $t > 0$ e $z = 0$

(8)

$$\frac{\partial C}{\partial z} = 0 \text{ at } z = L$$

15

(9)

onde C é a concentração de uma substância dissolvida no líquido iônico como uma função do tempo, t e local vertical, z , onde L é a profundidade do líquido iônico no recipiente, e $z = 0$ corresponde ao limite vapor – líquido. C_0 é uma concentração homogênea inicial do gás dissolvido e é zero (inicialmente) ou uma pequena quantidade finita a $t > 0$. D é o coeficiente de difusão que é assumido como sendo constante.

A equação 6 pode ser resolvida analiticamente para as equações de condições limite 7 – 9 como um método padrão, tal como as variáveis de separação ou transformação de Laplace e rendimentos:

25

$$C = C_s \left[1 - 2 \left(1 - \frac{C_0}{C_s} \right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\exp(-\lambda_n^2 Dt) \operatorname{seno} \lambda_n Z}{L \lambda_n} \right],$$

(10) Onde

$$\lambda_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{L}.$$

Uma quantidade experimentalmente observada em um tempo especificado é a concentração total (ou massa) do gás dissolvido em líquido iônico e não o perfil de concentração em z . Esta concentração média de espaço em um dado tempo $\langle C \rangle$ pode ser calculada a partir da equação 11.

(11)

$$\langle C \rangle = \frac{\int_0^L C dz}{L}$$

$$\langle C \rangle = C_s \left[1 - 2 \left(1 - \frac{C_0}{C_s} \right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\exp(-\lambda_n^2 D t)}{L^2 \lambda_n^2} \right]$$

(12)

Embora a equação 12 contenha uma somatória infinita, apenas alguns dos primeiros termos, exceto para os pequenos períodos de tempo iniciais, são suficientes nas aplicações práticas. Neste trabalho, a somatória foi terminada após 10 termos quando a contribuição numérica para o resumo em $\langle C \rangle$ se torna inferior a 10^{-12} . Ao analisar os dados experimentais com esta equação, foi obtida a concentração de saturação (C_s) e a constante de difusão (D) em uma dada t e P , quando C_0 era conhecido.

EXEMPLO 1

RAZÃO DE SELETIVIDADE

Os coeficientes de atividade infinitos e as seletividades são mostrados para diversos refrigerantes na Tabela 2. A seletividade é calculada com relação ao HFC-32 no 1-butil-3-metilimidazólio hexafluorofosfato, [bmim][PF₆]. Os modelos do coeficiente de atividade padrão (S. L. Sandler, *Chemical and Engineering Thermodynamics*, 3ª edição (1999) John Wiley and Sons, Inc.,

New York, Capítulo 7) foram utilizados para ajustar os dados de solubilidade para calcular os coeficientes de atividade infinitos.

Conforme mostrado, HFC-134a, HFC-152a, HFC-125 e HFC-143a possuem valores de seletividade bem acima de 2,0, o que sugere que é viável uma separação destes compostos do HFC-32 pela destilação extrativa utilizando como [bmim] [PF₆] arraste.

As curvas de solubilidade para estes pares de refrigerantes são mostradas nas Figuras de 3 a 8 no T constante de 10, 25, 50 e 75° C. As diferenças nas curvas de solubilidade para cada hidrofluorcarbono testado podem ser descritas ao plotar a pressão (P) dividida pela pressão de saturação em uma temperatura constante (P_o) versus a fração molar do hidrofluorcarbono absorvido no líquido iônico. As maiores diferenças mostradas na Figura 17 indicam que os líquidos iônicos tais como [bmim] [PF₆] neste exemplo podem separar efetivamente estes hidrofluorcarbonos.

Em adição, as seletividades para o O₂ e os hidrocarbonetos podem ser calculadas utilizando as solubilidades conhecidas conforme encontrado em D. Camper, et al. (*Eng. Chem. Res.* (2004) 43: 3049 – 3054), J. L. Anthony, et al. (*J. Phys. Chem. B* (2002) 106 : 7315 – 7320), e P. Husson-Borg, et al. (*J. Chem. Eng. Data* (2003) 48: 480 – 485).

TABELA 2

RAZÃO DE SELETIVIDADE COM BASE NO COEFICIENTE DE ATIVIDADE INFINITA

Refrigerante	Líquido iônico	Temperatura °C	Coeficiente de Atividade Infinita	Seletividade
HFC-32	[bmim][PF ₆]	10	0,696166	1,0000
		25	0,609595	1,0000
		50	0,799270	1,0000

Refrigerante	Líquido iônico	Temperatura °C	Coeficiente de Atividade Infinita	Seletividade
		75	1,032475	1,0000
HFC-32	[bmim][BF ₄]	10	0,854236	-
		25	0,944715	-
		50	1,095222	-
		75	1,329155	-
HFC-134a	[bmim][PF ₆]	10	1,667320	2,3950
		25	1,827300	2,9976
		50	2,439530	3,0522
		75	3,093420	2,9961
HFC-152a	[bmim][PF ₆]	10	0,844508	1,2131
		25	1,018130	1,6702
		50	1,641290	2,0535
		75	1,782670	1,7266
HFC-125	[bmim][PF ₆]	10	3,294988	4,7330
		25	3,588462	5,8866
		50	4,318588	5,4032
		75	4,870422	4,7172
HFC-143a	[bmim][PF ₆]	10	3,977224	5,7130
		25	4,137623	6,7875
		50	4,473862	5,5974
		75	4,691909	4,5443

EXEMPLO 2**SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA QUE COMPREENDE O DIFLUORMETANO E O****PENTAFLUORETANO**

Um processo de simulação Aspen Plus® foi utilizado para modelar o processo de destilação extrativo para a separação da mistura que consiste em difluormetano e pentafluormetano utilizando [bmim] [PF₆] como o arraste. O fluxograma Aspen utilizado para a estimulação consiste em uma coluna principal modelada com RadFrac e duas saídas de tambores *flash* para a regeneração do líquido iônico (IL), que é reciclado de volta à coluna principal conforme mostrado na Figura 2. A pressão de vapor imensurável do líquido iônico foi levada em consideração ao ajustar o valor da equação Estendia de Antoine próximo a zero. O líquido iônico foi tratado como um componente não dissociado e a premissa de uma fase vapor ideal foi feita, portanto, os dados do Equilíbrio Vapor – Líquido (VLE) poderiam ser descritos pela concentração do líquido e o coeficiente de atividade. Os parâmetros de interação binária de dois líquidos não aleatórios (NRTL) (S. L. Sandler, *Chemical and Engineering Thermodynamics*, 3ª edição (1999) John Wiley and Sons, Inc., New York, Capítulo 7) entre os hidrofluorcarbonos e o líquido iônico foram gerados utilizando os dados de (P,T,x) obtidos pelos experimentos de solubilidade (vide Exemplos 3e 4 para os dados de solubilidade para HFC-32 e HFC-125, respectivamente, no bmim[PF₆]). A Tabela 3 mostra os resultados de modelagem para a separação da mistura que compreende HFC-32 e HFC-125, utilizando o bmim[PF₆]). Os dois casos foram avaliados. O primeiro caso consiste em uma mistura de 95,11% mol de HFC-32 e 4,78% em mol HFC-125, que forma um azeótropo a 10° C. O segundo caso é uma mistura de 50% em mol de HFC-32 e 50% em mol de HFC-125 à temperatura ambiente (25° C). Para o primeiro caso, a mistura de hidrofluorcarbono (alimentação) é alimentar a coluna principal através do estágio 13 a 10° C. O líquido iônico é alimentado através do segundo estágio da coluna principal a 0° C. Para o segundo caso, a mistura de hidrofluorcarbono é alimentada à coluna principal no estágio 21 a temperatura ambiente. O líquido iônico também é alimentado dentro da coluna

à temperatura ambiente.

Conforme mostrado na Tabela 3, mais de 98% do produto suspenso (HFC-125) alimentado na coluna principal é recuperado nos primeiros e segundos casos, respectivamente. A pureza em ambos os casos é acima de 99,2%. Uma pureza maior de HFC-125 é produzida no produto suspenso quando a composição de alimentação azeotrópica (95,11% em mol de HFC-32/ 4,78% em mol de HFC-125) é alimentada na coluna principal por meio do estágio 13 quando comparado à mistura 50: 50 alimentada no estágio 21. A vantagem de utilizar dois tambores flash para a regeneração do líquido iônico também pode ser vista em ambos os casos. Quando a composição azeotrópica (caso 1 é alimentada na coluna), 92,1% (0,2531 Kg/s) do HFC-32 0,2749 kg/s alimentado na coluna principal é recuperado no primeiro *flash*; quando a mistura de 50% em mol de HFC-32 e 50% em mol de HFC-125 é alimentada na coluna, 91,05 (0,1315 Kg/s) do HFC-32 0,1445 kg/s alimentado na coluna principal é recuperado. Em ambos os casos, o HFC-32 remanescente é recuperado na suspensão do segundo flash do tambor. Isto reduz a quantidade de impurezas no líquido iônico sendo reciclado a menos de 0,3% em mol.

TABELA 3

RESULTADOS ASPEN

	1º Caso	2º Caso
Fluxo de alimentação		
Líquido iônico (IL) (kg/s)	3,9472	3,9472
HFC-32 (kg/s)	0,2749	0,1445
HFC-125 (kg/s)	0,0326	0,3334
Temperatura da mistura do gás HFC (K)	283,15	298,15
Temperatura do líquido iônico (IL) (K)	273,15	298,15
Coluna principal		
HFC-125, suspenso (kg/s)	0,0323	0,3323
Pureza do HFC-125 (x_D)	99,1%	99,7%

	1º Caso	2º Caso
IL + HFC-32, fundo (kg/s)	4,2244	4,0927
Estágios teóricos	28	28
Pressão de operação (PA)	10^6	10^6
Razão de refluxo	0,25	0,25
Estágio líquido iônico	2	2
Estágio de alimentação	13	21
Temperatura do condensador (K)	268,33	286,38
Temperatura da caldeira (K)	346,97	398,56
Trabalho do condensador (kW)	-1,43	-14,47
Trabalho da caldeira (kW)	358,01	714,62
Tambor Flash 1		
Pressão de operação (PA)	10^5	10^5
Temperatura de operação (K)	348,15	398,56
HFC-32, suspensão (kg/s)	0,2531	0,1315
HFC-32, suspensão da pureza (x_{w1})	99,9%	99,6%
Trabalho do calor (kW)	76,31	23,10
Tambor Flash 2		
Pressão de operação (PA)	10^4	10^4
Temperatura de operação (K)	348,15	398,56
HFC-32 suspenso (kg/s)	0,0217	0,0125
HFC-32, pureza suspensa (x_{w2})	99,9%	99,8%
Líquido iônico, reciclado (kg/s)	3,9472	3,9472
Líquido iônico, pureza reciclada	99,7%	99,8%
Trabalho do calor (kW)	5,59	2,21
Trabalho do calor total (kW)	441,34	754,4

Os Exemplos de 3 a 35 fornecem resultados de solubilidade e difusibilidade para diversos hidrofluorcarbonos. Estes dados são utilizados para as determinações de seletividade (conforme mostrado no Exemplo 1) e para a modelagem Aspen® (conforme mostrado no Exemplo 2).

5

Os Exemplos de 3 a 7 e as Figuras de 3 a 7 mostram os resultados de solubilidade e difusibilidade para diversos hidrofluorcarbonos (HFC-32, HFC-125,

HFC-134a, HFC-143a e HFC-152a) em um líquido iônico, [bmim] [PF₆], a 10, 25, 50 e 75 °C. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,3 a cerca de 81,2% em mol de HFC-32 sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As

5 composições foram preparadas em que consistiam de HFC-125 e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 65,1% em mol de HFC-125 sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-134a e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 72,1% em mol de HFC-134a sobre um intervalo de

10 temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 3,5 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-143a e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 26,5% em mol de HFC-143a sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 7,5 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-152a e [bmim] [PF₆] de

15 cerca de 0,5 a cerca de 79,7% em mol de HFC-152a sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 4,5 bar.

Os Exemplos de 8 a 14 e de 17 a 29 e as Figuras 8, de 11 a 16 mostram resultados de solubilidade e difusibilidade para HFC-32 em diversos líquidos iônicos adicionais.

20 Os Exemplos de 30 a 35 mostram resultados de solubilidade e difusibilidade para HFC-134a em diversos líquidos iônicos.

Os Exemplos 15 e 16 e as Figuras 9 e 10 mostram resultados de solubilidade e difusibilidade para HFC-23 nos líquidos iônicos [bmim] [PF₆] e [emim] [PF₆].

25 As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [bmim] [BF₄] de cerca de 0,1 a cerca de 76,5% em mol de HFC-32 sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e

[dmpim] [TMeM] de cerca de 0,9 a cerca de 66% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [omim] [I] de cerca de 0,4 a cerca de 41,6% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25°

5 C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [doim] [I] de cerca de 0,7 a cerca de 46,8% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [emim] [BEI] de cerca de 1,0 a cerca de 66,6% em mol

10 de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [dmpim] [TmeM] de cerca de 0,8 a cerca de 64,5% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [pmpy] [BMel]

15 de cerca de 1,0 a cerca de 63,9% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C e em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [emim] [BMel] de cerca de 0,1 a cerca de 78,5% em mol de HFC-32 sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram

20 preparadas em que consistiam de HFC-32 e [bmpy] [BMel] de cerca de 1,0 a cerca de 64,8% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [emim] [TFES] de cerca de 1,0 a cerca de 47,1% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1

25 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [bmim] [TFES] de cerca de 1,0 a cerca de 55,0% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [odmim]

[TFES] de cerca de 1,0 a cerca de 56,2% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-32 e [hmim] [TFES] de cerca de 1,0 a cerca de 58,6% em mol de HFC-32 em uma temperatura de 25° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 10 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-23 e [bmim] [PF₆] de cerca de 1,0 a cerca de 52,8% em mol de HFC-23 sobre um intervalo de temperatura de 10 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 20 bar. As composições foram preparadas em que consistiam de HFC-23 e [emim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 15,1% em mol de HFC-23 sobre um intervalo de temperatura de 60 a 75° C em uma pressão de cerca de 0,1 a 20 bar.

A Figura 17 mostra os dados de solubilidade isotérmicos medidos (em frações de mols) a 10° C dos sistemas HFC-32, HFC-152a, HFC-134a, HFC-125 e HFC-143a + [bmim] [PF₆] em termos de pressão absoluta dividido pela pressão de saturação do gás (P_0) a 10° C mostrada pela razão (P/P_0). As pressões de saturação para HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a e HFC-152a a 10° C são $P_0 = 11,069$ bar, $P_0 = 3,7277$ bar, $P_0 = 4,1461$ bar, $P_0 = 9,0875$ bar e $P_0 = 8,3628$ bar, respectivamente. Os desvios negativos da lei de Raoult (isto é, curvatura abaixo da linha tracejada) indicam forte interação entre o refrigerante e o líquido iônico, que indica elevada solubilidade. Em particular, o HFC-32 possui um desvio negativo da lei de Raoult conforme mostrado na Figura 17. As composições compreendem o HFC-32 e o [bmim][PF₆] de cerca de 0,1 a 63% em mol de HFC-32 a 10° C e P/P_0 de cerca de 0,1 a cerca de 0,63. Os desvios positivos fortes da lei de Raoult (isto é, curvatura acima da linha tracejada) são mais típicos e indicam que os refrigerantes e os líquidos iônicos são menos solúveis e eventualmente podem formar uma fase líquido – líquido de separação. As composições compreendem HFC-152a e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 80% em mol de HFC-152a a 10° C e P/P_0 de 0,1 a

cerca de 0,86. As composições compreendem HFC-134a e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 72% em mol de HFC-134a a 10° C e P/P₀ de 0,1 a cerca de 0,84. As composições compreendem HFC-125 e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 65% em mol de HFC-125 a 10° C e P/P₀ de 0,1 a cerca de 0,88. As composições compreendem HFC-143a e [bmim] [PF₆] de cerca de 0,1 a cerca de 25% em mol a 10° C e P/P₀ de 0,1 a cerca de 0,90.

O Exemplo 36 fornece uma descrição dos componentes da microbalança.

EXEMPLO 3

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO

HEXAFLUORFOSFATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_0), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 4a, 4b, 4c e 4 d fornecem dados para o C_0 , C_s , D, X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 4A

T (°C)	P (bar)	C ₀ (% em massa)	C _s (% em massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
10,0	0,0979	0,52	0,54	1,54 E-09	0,029	0,026
10,0	0,9957	0,82	2,53	1,94 E-11	0,124	0,106
10,0	2,4967	3,32	7,56	1,71 E-11	0,309	0,270
10,0	3,9964	8,18	12,92	3,65 E-11	0,436	0,426

T (°C)	P (bar)	C_o (% em massa)	C_s (% em massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	5,4975	14,44	18,71	6,34 E-11	0,557	0,555
10,0	6,9965	22,12	27,85	7,41 E-11	0,678	0,676
10,0	8,4954	-	-	-	-	0,812

TABELA 4B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,0965	0,16	0,21	1,84 E-10	0,012	0,018
25,0	0,9952	0,49	1,69	2,45 E-11	0,086	0,076
25,0	2,4965	2,22	4,53	2,44 E-11	0,206	0,189
25,0	3,9979	5,05	7,37	3,51 E-11	0,303	0,295
24,9	5,4969	8,23	10,49	5,41 E-11	0,390	0,387
24,9	6,9950	11,82	14,09	6,75 E-11	0,473	0,471
25,0	8,5012	15,75	18,26	8,33 E-11	0,550	0,548
24,9	9,9994	20,38	23,31	8,84 E-11	0,624	0,622

TABELA 4C

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
49,6	0,0992	0,00	0,12	4,76 E-11	0,007	0,006
49,9	0,9954	0,33	0,92	5,25 E-11	0,048	0,047
49,9	2,4963	1,43	2,31	5,29 E-11	0,115	0,113

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
49,9	3,9949	2,84	3,72	5,98 E-11	0,174	0,173
49,9	5,4966	4,41	5,22	5,99 E-11	0,231	0,229
49,9	6,9965	5,81	6,72	7,69 E-11	0,282	0,282
50,0	8,4959	7,37	8,32	8,54 E-11	0,331	0,331
50,0	9,9959	9,78	10,05	4,04 E-11	0,379	0,377

TABELA 4D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0988	0,00	0,06	7,12 E-11	0,003	0,003
75,0	0,9968	0,30	0,56	8,19 E-11	0,030	0,029
75,0	2,4950	0,96	1,38	8,14 E-11	0,071	0,069
75,0	3,9944	1,74	2,19	9,82 E-11	0,109	0,108
74,9	5,4983	2,60	3,03	9,70 E-11	0,146	0,145
74,9	6,9966	3,42	3,89	9,58 E-11	0,181	0,180
75,0	8,4958	4,28	4,77	9,56 E-11	0,215	0,212
75,0	9,9989	5,12	5,62	1,18 E-10	0,245	0,244

EXEMPLO 4**SOLUBILIDADE DO PENTAFLUORMETANO (HFC-125) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****HEXAFLUORFOSFATO**

5

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração

de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 5a, 5b, 5c e 5d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 5A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
9,9	0,0992	0,0	0,12	2,52 E-12	0,003	0,013
10,0	0,9964	0,73	1,50	1,83 E-11	0,035	0,034
10,1	1,9959	1,72	3,96	6, E-1236	0,089	0,074
10,0	2,9960	3,55	6,25	9,31 E-12	0,136	0,125
10,1	3,9964	6,03	8,88	1,56 E-11	0,187	0,182
9,9	4,9965	9,10	12,52	2,44 E-11	0,253	0,250
10,0	5,9965	13,18	17,56	4,05 E-11	0,335	0,336
9,9	6,9962	19,19	26,04	6,12 E-11	0,455	0,454
10,0	7,9979	-	-	-	-	0,651

5

TABELA 5B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0977	0,0	0,09	3,29 E-12	0,002	0,003
25,0	0,9963	0,23	0,09	1,81 E-11	0,002	0,023
25,0	1,9982	1,05	2,12	1,50 E-11	0,049	0,050
24,9	2,9949	2,13	3,11	2,15 E-11	0,071	0,079
25,0	3,9982	3,50	4,71	2,03 E-11	0,105	0,109
25,0	4,9947	4,84	6,18	2,39 E-11	0,135	0,140
25,0	5,9951	6,38	7,91	2,65 E-11	0,169	0,176
25,0	7,9955	8,96	12,10	4,81 E-11	0,246	0,254
24,9	9,9977	14,20	18,16	7,82 E-11	0,344	0,352

TABELA 5C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
49,9	0,1003	0,0	0,02	1,96 E-10	0,000	0,000
49,9	0,9963	0,18	0,55	4,29 E-11	0,013	0,013
49,9	1,9983	0,73	1,17	4,59 E-11	0,027	0,027
50,0	2,9996	1,34	1,78	5,19 E-11	0,041	0,041
49,9	3,9969	1,96	2,44	4,75 E-11	0,056	0,056
50,0	4,9993	2,60	3,10	5,38 E-11	0,070	0,070
49,9	5,9961	3,29	3,80	5,14 E-11	0,086	0,085
49,9	7,9970	4,38	5,25	5,55 E-11	0,116	0,116
49,9	9,9958	5,85	6,82	5,87 E-11	0,148	0,148

TABELA 5D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,1021	0,0	0,03	6,85 E-10	0,001	0,001
74,9	0,9965	0,07	0,28	7,49 E-11	0,007	0,007
75,30	,9961	0,36	0,60	9,46 E-11	0,014	0,016
75,1	2,9967	0,70	0,93	7,04 E-11	0,022	0,025
75,0	3,9971	1,04	1,27	7,96 E-11	0,030	0,033
75,0	4,9983	1,36	1,61	9,86 E-11	0,037	0,042
75,0	5,9980	1,75	1,97	7,12 E-11	0,045	0,052
75,1	7,9997	2,26	2,65	1,14 E-10	0,061	0,068
75,0	9,9959	3,00	3,33	8,89 E-11	0,075	0,085

EXEMPLO 5**SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM 1-BUTIL-3-****METILIMIDAZÓLIO HEXAFLUORFOSFATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 3,5 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 6a, 6b, 6c e 6d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 6A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	$D_{eff.}$ (m^2/sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
9,8	0,0999	0,0	0,23	4,21 E-12	0,006	0,003
10,0	0,4981	0,35	2,20	6,46 E-12	0,059	0,050
9,9	0,9986	2,25	5,73	5,78 E-12	0,145	0,126
9,9	1,498	5,40	9,15	1,01 E-11	0,219	0,212
9,9	2,0024	9,50	13,64	1,48 E-11	0,306	0,303
9,9	2,4907	14,39	19,36	2,67 E-11	0,401	0,402
9,9	2,9974	20,96	27,51	5,33 E-11	0,514	0,516
9,9	3,4900	-	-	-	-	0,721

TABELA 6B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	$D_{eff.}$ (m^2/sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,1002	0,17	0,29	4,36 E-12	0,008	0,011
24,9	0,4981	0,57	1,52	1,89 E-11	0,041	0,042
25,0	0,9972	1,82	3,26	1,71 E-11	0,086	0,085

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D _{eff.} (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	1,4987	3,60	5,09	2,00 E-11	0,130	0,130
25,0	1,9930	5,43	7,09	2,27 E-11	0,175	0,175
24,9	2,4996	7,53	9,31	2,59 E-11	0,222	0,222
25,0	2,9952	9,78	11,82	2,82 E-11	0,272	0,273
24,9	3,5000	12,51	14,62	3,99 E-11	0,323	0,323

TABELA 6C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
49,9	0,0992	0,07	0,13	2,44	0,004	0,004
50,0	0,4984	0,25	0,75	4,39	0,021	0,021
49,9	0,9971	1,00	1,57	3,94	0,043	0,043
49,9	1,4989	1,79	2,42	4,48	0,064	0,065
50,0	1,9895	2,65	3,28	4,38	0,086	0,086
50,0	2,4900	3,75	4,23	2,33	0,110	0,108
50,0	2,9897	4,43	5,10	4,90	0,130	0,130
50,0	3,4933	5,39	6,06	5,00	0,152	0,152

TABELA 6D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0970	0,00	0,03	6,45 E-11	0,001	0,001
74,9	0,4984	0,09	0,32	7,49 E-11	0,009	0,009
74,9	0,9934	0,51	0,79	7,93 E-11	0,022	0,022

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	1,5010	0,98	1,27	7,78 E-11	0,035	0,035
75,0	1,9983	1,44	1,73	8,37 E-11	0,047	0,046
75,0	2,5014	1,89	2,21	8,37 E-11	0,059	0,059
75,0	3,0022	2,39	2,71	8,26 E-11	0,072	0,072
75,0	3,4897	2,95	3,21	5,53 E-11	0,085	0,084

EXEMPLO 6**SOLUBILIDADE DO 1,1,1-TRIFLUORETANO (HFC-143A) EM 1-BUTIL-3-****METILIMIDAZÓLIO HEXAFLUORFOSFATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 7,5 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 7a, 7b, 7c e 7d fornecem dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 7A

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
11,7	0,0956	0,03	0,10	8,10 E-12	0,003	0,003
12,0	0,9970	0,22	0,92	8,51 E-12	0,031	0,029
11,9	1,9830	0,99	1,93	8,11 E-12	0,064	0,060
12,0	2,9740	1,95	2,39	3,21 E-12	0,078	0,093

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
12,3	3,9808	3,06	4,03	1,04 E-11	0,127	0,124
12,0	4,9975	4,16	5,23	1,10 E-11	0,161	0,156
12,0	5,9821	5,30	6,42	1,44 E-11	0,192	0,188
12,2	6,9975	6,54	7,63	1,94 E-11	0,223	0,219
12,2	7,4832	7,80	8,31	2,03 E-11	0,239	0,235

TABELA 7B

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0951	0,00	0,01	1,53 E-11	0,001	0,004
24,9	0,9970	0,24	0,69	2,05 E-11	0,023	0,023
24,9	2,0054	0,84	1,33	2,56 E-11	0,045	0,042
24,9	2,9895	1,40	2,10	1,83 E-11	0,069	0,068
24,9	4,0147	2,26	2,89	1,77 E-11	0,093	0,090
24,9	4,9886	2,95	3,60	2,24 E-11	0,114	0,112
24,9	5,9855	3,71	4,33	2,73 E-11	0,136	0,134
24,9	7,0019	4,47	5,12	2,83 E-11	0,157	0,155
24,9	7,5011	5,14	5,53	3,61 E-11	0,169	0,165

TABELA 7C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
49,9	0,1050	0,00	0,03	1,51 E-10	0,000	0,001
49,9	1,0023	0,16	0,40	4,47 E-11	0,014	0,013

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,1	2,0045	0,61	0,84	3,41 E-11	0,028	0,027
50,0	3,0002	1,03	1,26	2,90 E-11	0,042	0,040
50,0	4,0021	1,39	1,65	5,08 E-11	0,055	0,054
50,0	5,0046	1,81	2,08	4,10 E-11	0,069	0,067
50,0	6,0039	2,29	2,50	3,75 E-11	0,082	0,079
50,0	7,0029	2,63	2,90	5,57 E-11	0,094	0,092
50,0	10,0030	3,56	4,16	5,51 E-11	0,131	0,127

TABELA 7D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0995	0,00	0,01	3,86 E-12	0,000	0,001
74,9	1,0005	0,18	0,26	7,38 E-11	0,009	0,009
74,8	1,9960	0,38	0,54	1,04 E-10	0,018	0,018
74,9	3,0001	0,67	0,81	1,07 E-10	0,028	0,027
74,9	4,0015	0,91	1,08	1,32 E-10	0,037	0,036
74,9	5,0027	1,18	1,36	1, E-1020	0,045	0,044
75,0	5,9979	1,44	1,63	1,40 E-10	0,054	0,053
75,0	7,0026	1,92	1,94	3,79 E-09	0,064	0,061
74,9	10,0035	2,65	2,76	1,90 E-09	0,089	0,083

EXEMPLO 7**SOLUBILIDADE DO 1,1-DIFLUORETANO (HFC-152A) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****HEXAFLUORFOSFATO**

temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 4,5 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a
 5 concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 8a, 8b, 8c e 8d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 8A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,0973	0,10	0,73	2,13 E-12	0,031	0,021
10,0	0,4994	1,23	2,90	1,14 E-11	0,114	0,103
10,0	0,9933	3,58	6,11	1,56 E-11	0,219	0,210
10,0	1,4985	6,91	9,60	3,09 E-11	0,314	0,301
9,9	2,0011	10,40	14,00	3,60 E-11	0,412	0,407
9,9	2,4952	15,52	20,42	6,44 E-11	0,525	0,521
9,9	3,1963	-	-	-	-	0,797

TABELA 8B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,1002	0,16	0,66	2,00 E-11	0,028	0,030
25,0	0,5006	1,02	1,92	2,01 E-11	0,078	0,077
24,9	0,9982	2,34	3,55	2,64 E-11	0,137	0,136
25,0	1,4924	4,20	5,35	2,89 E-11	0,196	0,194

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	2,4969	6,74	9,52	4,96 E-11	0,312	0,311
25,0	3,4818	11,59	15,05	7,73 E-11	0,433	0,432
25,0	4,5051	18,83	23,81	1,04 E-10	0,573	0,574

TABELA 8C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,1	0,9921	0,03	0,15	5,73 E-11	0,007	0,007
50,0	1,0017	0,88	1,46	5,52 E-11	0,060	0,060
50,0	1,5020	1,63	2,22	5,94 E-11	0,089	0,089
50,0	2,4969	2,72	3,81	6,43 E-11	0,145	0,145
50,0	4,5051	6,31	7,33	7,88 E-11	0,254	0,254

TABELA 8D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,1032	0,04	0,11	1,38 E-10	0,005	0,005
74,9	0,5019	0,19	0,42	1,25 E-10	0,018	0,018
74,9	1,0023	0,57	0,84	1,21 E-10	0,035	0,035
74,9	1,5014	0,99	1,27	1,25 E-10	0,052	0,052
75,0	2,4964	1,63	2,12	1,42 E-10	0,085	0,085
75,0	3,4970	2,57	2,98	1,48 E-10	0,117	0,117
74,8	4,5003	3,51	3,89	1,21 E-10	0,145	0,149

EXEMPLO 8**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****HEXAFLUORBORATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 9a, 9b, 9c e 9d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 9A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
9,9	0,1002	8,35	9,20	1,76 E-11	0,008	0,009
9,9	0,9985	10,08	13,74	1,72 E-11	0,100	0,108
10,0	2,4995	15,10	18,94	3,29 E-11	0,239	0,254
10,0	3,9954	21,28	25,08	4,53 E-11	0,376	0,396
9,8	5,4992	28,16	33,17	8,48 E-11	0,499	0,519
9,9	6,9988	37,79	46,86	1,08 E-10	0,625	0,636
9,9	8,4966	52,61	52,61	1,01 E-10	0,766	0,765

TABELA 9B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0969	0,01	0,15	3,37 E-11	0,007	0,006
25,0	0,9968	0,59	1,81	3,36 E-11	0,074	0,070
25,0	2,4955	2,75	4,79	3,70 E-11	0,180	0,174
25,0	3,9989	5,87	7,95	4,62 E-11	0,273	0,270

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	5,4977	9,23	11,36	5,98 E-11	0,358	0,356
25,0	6,9955	12,90	15,12	7,44 E-11	0,436	0,434
25,0	8,4945	17,08	19,33	9,10 E-11	0,510	0,510
25,0	9,9985	21,83	24,46	9,94 E-11	0,585	0,583

TABELA 9C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,0977	0,01	0,07	8,71 E-11	0,003	0,003
49,9	0,9961	0,37	0,95	7,56 E-11	0,040	0,039
50,0	2,4967	1,67	2,47	7,40 E-11	0,099	0,099
50,0	3,9964	3,16	4,01	8,23 E-11	0,154	0,153
49,9	5,4956	4,75	5,59	8,95 E-11	0,205	0,204
49,9	6,9953	6,38	7,22	9,88 E-11	0,253	0,253
49,8	8,4986	8,05	8,91	1,06 E-10	0,298	0,298
50,0	9,9963	9,75	10,64	1,11 E-10	0,341	0,341

TABELA 9D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0971	0,0	0,03	1,26 E-10	0,001	0,001
74,9	0,9956	0,26	0,54	1,28 E-10	0,023	0,023
74,9	2,4948	1,03	1,40	1,25 E-10	0,058	0,058
75,0	3,39950	1,92	2,27	1,22 E-10	0,092	0,091
74,9	5,4951	2,75	3,14	1,45 E-10	0,124	0,123
75,0	6,9955	3,64	4,03	1,59 E-10	0,154	0,154
74,9	8,4964	4,54	4,94	1,42 E-10	0,184	0,183
74,9	9,9994	5,44	5,82	1,89 E-10	0,212	0,212

EXEMPLO 9**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1,2-DIMETIL-3-PROPILIMIDAZÓLIO****TRIS(TRIFLUORMETILSULFONIL)METIDA**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 10a, 10b, 10c e 10d fornecem dados para o C_o , C_s , D, X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 10A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,1010	0,03	0,11	1,71 E-11	0,012	0,012
10,0	0,9964	0,43	1,44	1,39 E-11	0,134	0,136
10,0	2,4970	2,39	4,13	2,52 E-11	0,313	0,311
10,0	3,9969	5,57	7,39	5,04 E-11	0,458	0,457
10,0	5,4947	9,70	11,67	8,93 E-11	0,583	0,583
10,0	6,9966	15,49	17,70	1,37 E-10	0,695	0,696
10,0	8,4959	24,33	28,09	1,56 E-10	0,805	0,802

TABELA 10B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,0998	0,01	0,09	2,71	0,010	0,010
24,9	0,9997	0,42	1,01	2,52	0,098	0,096
24,9	2,4956	-	-	-	-	0,225
24,9	3,9958	3,61	4,55	5,46	0,336	0,335

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
24,9	5,4927	5,76	6,69	7,98	0,432	0,431
24,9	6,9955	8,15	9,13	1,10	0,516	0,515
24,9	8,4948	11,02	12,07	1,34	0,593	0,593
24,9	10,0000	14,52	15,59	1,83	0,662	0,662

TABELA 10C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,0991	0,21	0,04	6,45 E-11	0,004	0,004
50,0	0,9995	0,29	0,57	6,75 E-11	0,058	0,057
50,0	2,4945	1,11	1,52	7,87 E-11	0,141	0,141
50,0	3,9947	2,10	2,50	9,56 E-11	0,213	0,213
50,0	5,4954	3,15	3,51	1,15 E-10	0,278	0,278
50,0	6,9968	4,24	4,59	1,33 E-10	0,338	0,338
50,0	8,4944	5,37	5,73	1,51 E-10	0,392	0,392
50,0	9,9952	6,61	6,96	1,68 E-10	0,442	0,442

TABELA 10D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0940	0,0	0,0	5,75 E-11	0,000	0,000
74,9	1,0018	0,06	0,31	6,06 E-11	0,032	0,031
75,0	2,5040	0,71	0,89	1,23 E-10	0,087	0,087
74,9	3,9958	1,32	1,49	1,26 E-10	0,138	0,138
74,9	5,4938	1,92	2,09	1,59 E-10	0,184	0,184

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	7,0051	2,58	2,72	1,35 E-10	0,229	0,229
74,9	8,4954	3,24	3,37	1,19 E-10	0,270	0,268
74,9	10,0046	3,89	4,05	2,10 E-10	0,309	0,308

EXEMPLO 10**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM IODETO DE 1-OCTIL-3-****METILIMIDAZÓLIO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado a 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

A Tabela 11 fornece os dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 25° C.

TABELA 11

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,1007	0,01	0,06	1,75	0,004	0,004
25,2	1,0021	0,23	0,80	1,77	0,048	0,048
25,0	2,4971	1,20	2,13	1,86	0,119	0,118
25,0	3,9999	2,58	3,55	2,27	0,186	0,185
25,0	5,5008	4,07	5,04	3,13	0,247	0,246
25,0	6,9964	5,64	6,64	3,81	0,306	0,306
25,0	8,5027	7,52	8,33	2,86	0,360	0,362
25,0	10,0022	9,27	10,35	6,37	0,417	0,416

EXEMPLO 11**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM IODETO DE 1,3-DIOCTILIMIDAZÓLIO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

A Tabela 12 fornece os dados para o C_o , C_s , D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 25° C.

TABELA 12

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,1002	0,03	0,11	1,78 E-11	0,009	0,007
25,0	1,0010	0,29	0,87	2,11 E-11	0,066	0,064
25,0	2,5003	1,29	2,17	2,35 E-11	0,152	0,150
25,0	4,0024	2,62	3,51	2,91 E-11	0,227	0,225
25,0	5,5024	4,03	4,93	3,54 E-11	0,295	0,293
25,0	7,0010	5,51	6,43	4,25 E-11	0,357	0,355
24,9	8,4988	7,12	8,07	5,00 E-11	0,415	0,413
25,0	10,0024	8,83	9,85	5,77 E-11	0,469	0,468

EXEMPLO 12**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO****BIS(PENTAFLUORETILSULFONIL)IMIDA**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de

análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 13a, 13b, 13c e 13d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

5

TABELA 13A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc}. (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,101	0,06	0,15	3,79 E-11	0,014	0,014
10,0	1,000	1,06	1,78	4,78 E-11	0,146	0,144
10,0	2,495	3,58	4,83	7,37 E-11	0,324	0,323
10,0	3,995	7,14	8,52	1,17 E-10	0,468	0,467
10,0	5,496	11,75	13,23	1,51 E-10	0,590	0,590
10,0	6,994	17,76	19,75	1,72 E-10	0,699	0,699
10,0	8,505	26,95	30,37	1,67 E-10	0,805	0,799

TABELA 13B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc}. (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,096	0,03	0,11	7,5 E-11	0,010	0,010
25,0	0,997	0,71	1,22	7,9 E-11	0,104	0,104
25,0	2,496	2,49	3,19	1,1 E-10	0,237	0,237
25,0	3,996	4,61	5,33	1,3 E-10	0,347	0,347
25,0	5,493	7,03	7,75	1,6 E-10	0,443	0,442
25,0	6,993	9,70	10,49	1,8 E-10	0,525	0,525
25,0	8,503	12,87	13,71	2,1 E-10	0,600	0,598
25,0	10,005	16,49	17,56	1,7 E-10	0,668	0,666

TABELA 13C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,100	0,00	0,04	1,66 E-10	0,004	0,004
50,0	0,997	0,49	0,65	1,34 E-10	0,058	0,059
50,0	2,497	1,46	1,73	1,79 E-10	0,142	0,145
50,0	3,996	2,61	2,83	1,92 E-10	0,216	0,219
50,0	5,495	3,82	3,98	2,19 E-10	0,281	0,285
50,0	6,995	4,92	5,19	2,28 E-10	0,341	0,345
50,0	8,504	6,20	6,46	2,73 E-10	0,395	0,399
50,0	9,993	7,54	7,81	1,62 E-10	0,444	0,449

TABELA 13D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,101	0,00	0,01	3,92 E-10	0,001	0,001
74,9	1,000	0,32	0,41	2,60 E-10	0,038	0,038
74,9	2,501	0,99	1,10	3,32 E-10	0,095	0,095
74,9	3,992	1,72	1,79	3,96 E-10	0,147	0,146
74,9	5,496	2,39	2,49	3,53 E-10	0,194	0,194
74,9	6,996	3,08	3,22	3,41 E-10	0,239	0,239
74,9	8,504	3,87	3,96	3,48 E-10	0,280	0,280
74,9	9,994	4,55	4,70	1,92 E-10	0,318	0,317

EXEMPLO 13**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1,2-DIMETIL-3-PROPIIMIDAZÓLIO****BIS(TRIFLUORMETILSULFONIL)IMIDA**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10

bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

5 A Tabela 14 fornece os dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 25° C.

TABELA 14

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,0989	0,02	0,11	6,31 E-11	0,008	0,008
25,0	0,9951	0,65	1,22	6,60 E-11	0,091	0,090
25,0	2,4949	2,44	3,25	8,94 E-11	0,213	0,212
25,0	3,9762	4,62	5,46	1,21 E-10	0,317	0,317
25,0	5,5013	7,08	8,00	1,46 E-10	0,412	0,412
25,0	7,0174	10,02	10,92	1,75 E-10	0,497	0,496
25,0	8,5131	13,56	14,29	2,23 E-10	0,573	0,573
25,0	10,0108	17,55	18,41	2,33 E-10	0,645	0,645

EXEMPLO 14

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 3-METIL-1-PROPILPYRIDINIO

BIS(TRIFLUORMETILSULFONIL)IMIDA

10

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

15

As Tabelas 15a, 15b, 15c e 15d fornecem os dados para o C_o , C_s ,

D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 15A

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
10,0	0,1021	0,08	0,02	5,76 E-11	0,002	0,015
10,0	1,0001	1,03	2,01	5,72 E-11	0,141	0,140
10,0	2,4942	3,95	5,31	1,05 E-10	0,310	0,311
10,0	3,9963	7,78	9,35	1,28 E-10	0,452	0,452
10,0	5,4935	12,68	14,05	2,89 E-10	0,567	0,570
10,0	6,9960	18,73	20,79	2,01 E-10	0,678	0,679
10,0	8,4951	27,80	30,88	2,71 E-10	0,781	0,778

TABELA 15B

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
24,9	0,0951	0,02	0,12	9,96 E-11	0,010	0,010
24,9	1,0020	0,74	1,32	1,00 E-10	0,097	0,096
24,9	2,5034	2,67	3,44	1,20 E-10	0,222	0,221
24,9	3,9959	4,93	5,73	1,52 E-10	0,327	0,328
24,9	5,4973	7,52	8,30	1,92 E-10	0,420	0,419
24,9	6,9923	10,35	11,16	2,20 E-10	0,501	0,502
24,9	8,4965	13,61	14,48	2,41 E-10	0,575	0,575
24,9	10,0044	17,35	18,06	6,21 E-10	0,638	0,639

TABELA 15C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1025	0,04	0,08	2,10 E-1	0,007	0,007

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
50,0	1,0031	0,59	0,76	1,86 E-1	0,058	0,058
50,0	2,4979	1,64	1,93	2,01 E-1	0,136	0,137
50,0	4,0004	2,82	3,11	2,80 E-1	0,205	0,206
50,0	5,4945	4,05	4,36	2,37 E-1	0,268	0,270
50,0	6,9935	5,39	5,64	3,50 E-1	0,323	0,326
50,0	8,5031	6,71	6,97	3,95 E-1	0,375	0,378
50,0	9,9939	8,06	8,44	2,30 E-1	0,425	0,427

TABELA 15D

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
74,9	0,1026	0,03	0,04	3,94 E-10	0,003	0,003
74,9	1,0023	0,04	0,46	3,89 E-10	0,036	0,037
74,9	2,5020	1,06	1,19	3,96 E-10	0,088	0,089
74,9	4,0021	,77	1,91	4,00 E-10	0,135	0,138
74,9	5,4931	2,53	2,65	3,62 E-10	0,179	0,183
74,9	7,0026	3,27	3,39	4,62 E-10	0,219	0,223
74,9	8,4935	4,04	4,15	4,76 E-10	0,257	0,262
74,9	10,0019	4,76	4,91	5,48 E-10	0,293	0,300

EXEMPLO 15**SOLUBILIDADE DO TRIFLUORMETANO (HFC-23) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****HEXAFLUORFOSFATO**

5

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 20

bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

- 5 As Tabelas 16a, 16b, 16c e 16d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 16A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
9,4	0,0962	-	-	-	-	0,000
9,4	0,5000	0,00	0,25	1,54 E-11	0,010	0,010
9,6	1,0979	-	-	-	-	0,028
9,5	4,0003	1,56	3,05	1,54 E-11	0,113	0,113
9,4	7,0000	4,14	5,76	2,17 E-11	0,199	0,198
9,5	9,9934	7,15	8,81	2,89 E-11	0,282	0,281
9,5	12,9972	10,59	12,22	4,26 E-11	0,361	0,361
9,5	14,9964	13,48	14,81	5,68 E-11	0,414	0,414
10,0	20,0017	-	-	-	-	0,528

TABELA 16B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,0991	-	-	-	-	0,000
24,9	0,4972	0,03	0,19	2,56 E-11	0,008	0,008
24,9	0,9994	0,24	0,44	3,22 E-11	0,018	0,018
24,9	3,9934	1,17	2,08	2,37 E-11	0,080	0,079

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	6,9953	2,86	3,79	3,01 E-11	0,138	0,137
24,9	10,0041	4,68	5,59	3,95 E-11	0,194	0,193
24,9	13,0056	6,66	7,52	3,89 E-11	0,248	0,247
25,0	15,0000	8,09	8,80	5,73 E-11	0,281	0,281
24,9	19,9990	11,36	12,49	7,12 E-11	0,367	0,367

TABELA 16C

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
50,0	0,0981	0,00	0,01	6,34 E-11	0,000	0,000
50,0	0,4984	0,03	0,11	6,26 E-11	0,005	0,005
50,0	0,9961	0,17	0,27	7,35 E-11	0,011	0,011
50,0	3,9965	0,89	1,27	5,88 E-11	0,049	0,049
50,0	7,0036	1,90	2,25	6,74 E-11	0,085	0,085
50,0	10,0041	2,92	3,27	8,02 E-11	0,121	0,120
50,0	12,9931	3,95	4,29	7,47 E-11	0,154	0,154
50,0	15,0015	4,69	5,01	1,16 E-10	0,176	0,176
50,0	19,9932	6,41	6,78	1,08 E-10	0,228	0,227

TABELA 16D

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	$X_{calc.}$ (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
75,0	0,0965	-	-	-	-	0,001
74,9	0,4973	0,03	0,08	8,13 E-11	0,003	0,003

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,9975	0,12	0,21	1,22 E-10	0,008	0,008
74,9	3,9971	0,63	0,84	1,04 E-10	0,033	0,033
74,9	7,0016	1,45	1,42	2,86 E-12	0,055	0,057
75,0	9,9934	1,92	2,08	1,08 E-10	0,079	0,080
74,9	13,0031	2,55	2,72	2,23 E-10	0,102	0,103
74,9	14,9943	2,98	3,17	1,09 E-10	0,117	0,118
74,9	19,9998	4,00	4,22	2,31 E-10	0,152	0,146

EXEMPLO 16**SOLUBILIDADE DO TRIFLUORMETANO (HFC-23) EM 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO****HEXAFLUORFOSFATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado na temperatura de 60 e 70° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 20 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 17a e 17b fornecem dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 60 e 75° C, respectivamente.

TABELA 17A

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
59,9	0,0992	-	-	-	-	0,000

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
59,9	0,4997	0,03	0,09	1,23 E-10	0,003	0,003
59,9	0,9973	0,13	0,20	1,28 E-10	0,007	0,007
59,9	4,0026	0,76	0,86	1,21 E-10	0,031	0,030
59,9	6,9974	1,30	1,50	1,58 E-10	0,053	0,053
59,9	10,0001	2,02	2,18	1,12 E-10	0,075	0,076
60,0	12,9920	2,71	2,86	2,55 E-10	0,097	0,098
59,9	15,0002	3,20	3,35	1,68 E-10	0,113	0,113
59,9	19,9990	4,39	4,54	3,12 E-10	0,148	0,151

TABELA 17B

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,0965	0,02	0,02	1,12 E-10	0,001	0,001
74,9	0,4982	-	-	-	-	0,002
74,9	0,9998	0,12	0,16	1,94 E-10	0,006	0,006
74,9	4,0035	0,56	0,65	2,18 E-10	0,023	0,024
74,9	6,9933	1,06	1,14	1,17 E-10	0,040	0,040
74,9	10,0041	1,56	1,65	2,73 E-10	0,058	0,057
75,0	12,9969	2,00	2,16	1,02 E-10	0,075	0,074
74,9	15,0041	2,47	2,49	7,22 E-10	0,085	0,083
75,0	19,9939	-	-	-	-	0,116

EXEMPLO 17

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO

BIS(TRIFLUORETILSULFONIL)IMIDA

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 18a, 18b, 18c e 18d fornecem dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 18A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc}. (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,1015	0,11	0,19	6,94 E-11	0,014	0,014
10,0	1,0012	1,12	2,06	8,72 E-11	0,137	0,136
10,0	2,5030	4,25	5,55	1,18 E-10	0,306	0,305
10,0	3,9929	8,20	9,58	1,50 E-10	0,444	0,446
10,0	5,4925	13,38	14,83	1,78 E-10	0,567	0,567
10,0	7,0043	19,75	21,63	2,36 E-10	0,675	0,668
10,0	8,4935	27,92	31,92	1,24 E-10	0,779	0,785

10

TABELA 18B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc}. (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0959	0,09	0,13	8,36 E-11	0,010	0,010
25,0	0,9981	0,86	1,38	1,22 E-10	0,095	0,095
25,0	2,5024	2,88	3,56	1,61 E-10	0,217	0,217
25,0	3,9937	5,27	5,97	1,56 E-10	0,323	0,323

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	5,4940	7,90	8,60	2,00 E-10	0,414	0,414
25,0	6,9946	10,77	11,53	2,33 E-10	0,495	0,495
25,0	8,4952	14,06	14,80	3,24 E-10	0,566	0,565
25,0	9,9967	17,74	18,58	3,20 E-10	0,632	0,637

TABELA 18C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1022	0,04	0,07	3,03 E-10	0,005	0,005
50,0	1,0029	0,55	0,77	2,18 E-10	0,055	0,055
50,0	2,4972	1,71	1,98	2,19 E-10	0,132	0,132
50,0	4,0011	2,95	3,21	2,86 E-10	0,199	0,199
50,0	5,4949	4,22	4,50	2,47 E-10	0,261	0,262
50,0	7,0033	5,52	5,80	3,97 E-10	0,316	0,316
50,0	8,5044	6,93	7,20	2,90 E-10	0,368	0,364
50,0	10,0038	8,22	8,51	3,43 E-10	0,411	0,412

TABELA 18D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,1028	0,01	0,03	6,36 E-10	0,002	0,002
74,9	0,9981	0,36	0,46	3,41 E-10	0,034	0,034
74,9	2,4971	1,09	1,21	4,21 E-10	0,084	0,084
74,9	3,9948	1,82	1,96	5,11 E-10	0,130	0,130
74,9	5,5026	2,60	2,71	5,24 E-10	0,173	0,173

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
74,9	6,9919	3,37	3,49	3,22 E-10	0,213	0,213
74,9	8,5039	4,16	4,28	4,63 E-10	0,252	0,251
74,9	10,0045	5,10	5,10	4,75 E-09	0,288	0,284

EXEMPLO 18**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILPIRIDINIO****BIS(TRIFLUORMETILSULFONIL)IMIDA**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 19.

TABELA 19

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0961	0,04	0,12	6,81 E-11	0,010	0,010
25,0	0,9950	0,66	1,32	7,82 E-11	0,097	0,100
25,0	2,4949	2,58	3,38	1,21 E-10	0,219	0,223
25,0	3,9948	4,76	5,59	1,49 E-10	0,321	0,329
25,0	5,4962	7,25	8,10	1,53 E-10	0,414	0,424
25,0	7,0055	-	-	-	-	0,505
25,0	8,5057	13,03	14,47	1,15 E-11	0,575	0,580
25,0	10,0002	17,06	18,28	2,31 E-10	0,642	0,648

EXEMPLO 19**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,2-****TETRAFLUORETANOSULFONATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 20.

TABELA 20

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0987	0,01	0,10	4,12 E-11	0,006	0,006
24,9	0,9910	0,40	1,03	3,25 E-11	0,055	0,054
24,9	2,4841	2,48	2,65	2,94 E-11	0,133	0,132
24,9	3,9945	3,66	4,45	4,93 E-11	0,207	0,207
24,9	5,4957	5,78	6,37	5,92 E-11	0,276	0,277
24,9	7,0221	-	-	-	-	0,344
24,9	8,4832	9,79	10,90	1,04 E-10	0,407	0,407
24,9	10,0160	12,55	13,66	1,21 E-10	0,470	0,471

EXEMPLO 20

10 **SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO**

1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 21.

TABELA 21

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0967	0,02	0,12	2,37 E-11	0,007	0,007
25,0	0,9986	0,99	1,29	1,41 E-11	0,075	0,072
25,0	2,4997	2,19	3,31	2,67 E-11	0,174	0,171
25,0	3,9716	4,33	5,40	3,95 E-11	0,260	0,261
25,0	5,4838	6,84	7,78	4,76 E-11	0,342	0,342
25,0	6,9946	8,98	10,39	7,75 E-11	0,416	0,416
25,0	8,4811	11,98	13,27	8,73 E-11	0,485	0,485
25,0	9,886	15,07	16,62	1,35 E-10	0,551	0,550

EXEMPLO 21**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-DODECIL-3-METILIMIDAZÓLIO****1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO**

- 5 Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração
- 10 de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 22.

TABELA 22

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0963	0,00	0,06	5,01 E-11	0,005	0,006

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,9950	0,35	0,95	4,72 E-11	0,072	0,074
25,0	2,5100	1,63	2,56	5,06 E-11	0,175	0,178
25,0	3,9971	4,15	4,30	3,01 E-11	0,266	0,271
25,0	5,4807	6,06	6,16	4,74 E-11	0,346	0,353
25,0	7,0007	7,98	8,29	6,81 E-11	0,421	0,729
25,0	8,5003	10,50	10,66	8,17 E-11	0,490	0,497
25,0	10,0101	12,09	13,39	1,25 E-10	0,555	0,562

EXEMPLO 22**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-HEPTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 23.

TABELA 23

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0988	0,01	0,11	3,86 E-1	0,008	0,008
25,0	1,0023	0,47	1,25	3,87 E-1	0,081	0,081
25,0	2,5100	2,18	3,30	4,35 E-1	0,192	0,190
25,0	3,9884	4,39	5,44	5,84 E-1	0,286	0,286
25,0	5,4973	7,25	7,82	6,41 E-1	0,371	0,371
25,0	6,9871	9,99	10,43	9,01 E-1	0,448	0,448

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	8,4785	12,28	13,40	1,30 E-1	0,518	0,518
25,0	9,9795	15,45	16,83	1,56 E-1	0,585	0,586

EXEMPLO 23

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM ACETATO DE 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO

- Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 24.

TABELA 24

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,1	0,0985	0,09	0,25	2,19 E-11	0,010	0,010
25,0	0,9968	0,72	2,17	2,64 E-11	0,078	0,077
25,0	2,4979	3,25	5,30	4,05 E-11	0,176	0,174
25,0	4,0040	6,59	8,59	5,64 E-11	0,264	0,258
25,0	5,4984	9,83	11,70	1,02 E-10	0,335	0,333
25,0	6,9974	13,24	15,00	1,46 E-10	0,402	0,397
24,9	8,5016	16,74	18,36	1,83 E-10	0,462	0,456
25,0	10,0044	20,30	21,89	2,10 E-10	0,516	0,511

EXEMPLO 24

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 2-(1,2,2,2-TETRAFLUORETÓXI)-1,1,2,2-TETRAFLUORETANOSSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 25.

TABELA 25

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
25,0	0,0999	0,02	0,11	4,30 E-11	0,009	0,009
25,0	0,9966	0,82	1,20	4,29 E-11	0,092	0,092
25,0	2,5009	2,29	3,17	5,44 E-11	0,215	0,213
25,0	4,0040	4,16	5,26	9,11 E-11	0,318	0,317
25,0	5,4999	6,53	7,68	1,04 E-10	0,411	0,411
25,0	6,9963	9,19	10,36	1,49 E-10	0,492	0,493
25,0	8,4944	12,24	13,24	1,26 E-09	0,561	0,565
25,0	10,0048	15,74	17,00	2,78 E-10	0,632	0,632

EXEMPLO 25

10 **SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO**
1,1,2,3,3,3-HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 26.

TABELA 26

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0945	0,02	0,11	3,33 E-11	0,010	0,010
25,0	0,9999	0,56	1,25	3,17 E-11	0,106	0,104
25,0	2,4976	2,29	3,29	3,90 E-11	0,242	0,241
25,0	3,9945	4,34	5,40	6,98 E-11	0,349	0,347
25,0	5,4949	6,56	7,79	6,98 E-11	0,443	0,443
25,0	6,9975	9,29	10,45	1,11 E-10	0,523	0,523
25,0	8,4943	12,16	13,60	1,04 E-10	0,597	0,599
25,0	10,0042	15,98	17,43	1,67 E-10	0,665	0,664

EXEMPLO 26

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO METIL SULFONATO

- 5 Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração
- 10 de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 27.

TABELA 27

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0993	0,12	0,24	2,08 E-11	0,012	0,012

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	1,0010	0,53	1,48	2,67 E-11	0,068	0,068
25,0	2,4982	2,15	3,65	3,04 E-11	0,154	0,155
25,0	3,9954	4,41	5,87	4,15 E-11	0,231	0,232
25,1	5,5009	6,87	8,16	5,23 E-11	0,299	0,302
25,0	6,9953	9,24	10,77	6,24 E-11	0,367	0,369
25,0	8,5005	11,97	13,33	9,89 E-11	0,425	0,427
25,0	10,0059	14,75	16,32	1,20 E-10	0,484	0,482

EXEMPLO 27**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO****TIOCIANATO**

- Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em
- 5 uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas
- 10 na Tabela 28.

TABELA 28

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0947	0,02	0,10	8,08 E-11	0,004	0,004
25,0	1,0031	0,45	1,11	8,57 E-11	0,041	0,041
25,0	2,5033	1,90	2,84	1,03 E-10	0,100	0,099

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	3,9958	3,66	4,68	1,11 E-10	0,157	0,156
25,0	5,4999	-	-	-	-	0,212
25,0	6,9966	7,62	8,73	1,42 E-10	0,266	0,267
25,0	8,4947	9,93	11,01	1,83 E-10	0,319	0,320
25,0	9,9919	12,30	13,55	2,05 E-10	0,373	0,373

EXEMPLO 28

SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-TRIFLÚOR-2-(PERFLUORETÓXI)-ETANOSSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 29.

TABELA 29

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0951	0,02	0,12	4,46 E-11	0,010	0,010
25,0	1,0007	0,58	1,35	5,27 E-11	0,103	0,102
25,0	2,4964	2,43	3,56	6,70 E-11	0,236	0,236
25,0	3,9947	4,81	5,94	9,64 E-11	0,346	0,346
25,0	5,4938	7,52	8,62	1,20 E-10	0,442	0,442

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	6,9941	10,49	11,65	1,49 E-10	0,525	0,525
25,0	8,4946	13,93	15,15	1,78 E-10	0,600	0,599
25,0	9,9937	18,00	19,36	2,06 E-10	0,668	0,668

EXEMPLO 29**SOLUBILIDADE DO DIFLUORMETANO (HFC-32) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-****TRIFLÚOR-2-(TRIFLUORMETÓXI)-ETANOSSULFONATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado em uma temperatura de 25° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas na Tabela 30.

TABELA 30

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0947	0,02	0,13	4,26 E-11	0,010	0,010
25,0	1,0031	0,57	1,42	4,51 E-11	0,097	0,096
25,0	2,5033	2,40	3,71	5,83 E-11	0,222	0,222
25,0	3,9958	4,92	6,28	7,11 E-11	0,332	0,332
25,0	5,4999	7,79	9,04	9,96 E-11	0,425	0,424
25,0	6,9966	10,71	12,12	1,23 E-10	0,506	0,506
25,0	8,4947	14,21	15,63	1,59 E-10	0,579	0,578
25,0	9,9919	18,20	19,62	2,51 E-10	0,644	0,644

EXEMPLO 30

SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-TRIFLUOR-2-(TRIFLUORMETÓXI)ETANOSSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 18a, 18b, 18c e 18d fornecem os dados para o C_o , C_s , D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 31A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,1025	0,08	0,66	1,04 E-1	0,025	0,026
10,0	0,5002	0,97	3,29	1,25 E-1	0,114	0,117
10,0	1,0027	4,03	7,05	1,62 E-1	0,223	0,225
10,0	1,5018	7,93	11,31	2,16 E-1	0,326	0,326
9,9	2,0022	12,23	16,25	3,26 E-1	0,424	0,424
10,0	2,5048	17,58	22,11	5,31 E-1	0,518	0,514
10,0	2,9946	23,87	30,15	5,28 E-1	0,620	0,628
10,0	3,5047	36,32	44,43	7,71 E-1	0,752	0,745

TABELA 31B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,1018	1,51	0,35	1,19 E-1	0,013	0,017

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
24,9	0,5032	0,77	2,07	2,17 E-1	0,074	0,075
25,1	1,0024	2,52	4,22	2,60 E-1	0,143	0,143
24,8	1,5015	4,77	6,52	3,00 E-1	0,209	0,208
25,0	2,0032	7,17	9,00	3,27 E-1	0,272	0,271
25,0	2,5035	9,59	11,56	4,43 E-1	0,331	0,331
24,9	3,0013	12,31	14,44	5,05 E-1	0,390	0,389
24,8	3,5010	15,87	17,69	4,50 E-1	0,449	0,450

TABELA 31C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1048	0,17	0,25	5,76 E-11	0,009	0,009
50,0	0,5031	0,47	1,06	5,35 E-11	0,039	0,039
50,0	1,0023	1,37	2,11	5,79 E-11	0,076	0,076
50,0	1,5021	2,43	3,19	6,35 E-11	0,111	0,111
50,0	2,0026	3,50	4,28	6,64 E-11	0,145	0,145
50,0	2,5033	4,67	5,41	6,97 E-11	0,178	0,179
50,0	3,0035	5,81	6,58	7,24 E-11	0,211	0,211
50,0	3,5016	7,22	7,78	6,89 E-11	0,242	0,243

TABELA 31D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,1031	0,06	0,13	1,04 E-10	0,005	0,005

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,5054	0,31	0,62	1,18 E-10	0,023	0,023
74,9	1,0049	0,85	1,23	1,22 E-10	0,045	0,045
74,9	1,5029	1,49	1,85	1,21 E-10	0,067	0,067
74,9	2,0041	2,10	2,46	1,25 E-10	0,087	0,087
74,9	2,5042	2,71	3,08	1,26 E-10	0,107	0,108
74,9	3,0024	3,33	3,72	1,38 E-10	0,128	0,128
74,9	3,5039	4,19	4,36	1,09 E-10	0,147	0,147

EXEMPLO 31

SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO 1,1,2-TRIFLUOR-2-(PERFLUORETÓXI)ETANOSSULFONATO

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 32a, 32b, 32c e 32d fornecem os dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 32A

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
10,0	0,1024	0,06	0,66	9,33 E-12	0,028	0,028
10,0	0,5038	1,01	3,39	1,15 E-11	0,131	0,132
10,0	1,0043	4,05	7,26	1,71 E-11	0,251	0,253

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
9,9	1,5033	8,17	11,65	2,53 E-11	0,361	0,362
10,0	2,0022	12,78	16,90	3,67 E-11	0,465	0,464
10,0	2,5024	18,33	23,30	5,37 E-11	0,565	0,566
10,	3,0041	25,90	32,36	7,06 E-11	0,672	0,670
9,9	3,5039	38,42	47,48	6,49 E-11	0,794	0,796

TABELA 32B

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
24,9	0,1026	0,11	0,45	1,80 E-11	0,019	0,018
24,9	0,5031	0,72	2,09	2,32 E-11	0,084	0,084
24,9	1,0018	2,62	4,33	2,59 E-11	0,162	0,162
24,9	1,5015	4,92	6,70	3,23 E-11	0,235	0,235
24,9	2,0029	7,33	9,23	4,14 E-11	0,303	0,303
24,9	2,5038	9,92	11,93	4,99 E-11	0,367	0,366
24,9	3,0034	12,73	14,93	5,74 E-11	0,429	0,428
24,9	3,5012	16,44	18,40	4,94 E-11	0,491	0,490

TABELA 32C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1036	0,20	0,26	8,39 E-11	0,011	0,011
50,0	0,5032	0,47	1,10	5,99 E-11	0,045	0,045
50,0	1,0023	1,52	2,20	5,66 E-11	0,088	0,087
50,0	1,5021	2,55	3,32	6,59 E-11	0,128	0,128
50,0	2,0025	3,69	4,47	6,87 E-11	0,167	0,167

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	2,5035	4,90	5,66	7,37 E-11	0,204	0,204
50,0	3,0042	6,08	6,87	8,56 E-11	0,240	0,420
50,0	3,5035	7,49	8,10	8,02 E-11	0,274	0,274

TABELA 32D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,1051	0,11	0,15	1,09 E-10	0,006	0,006
74,9	0,5052	0,34	0,65	1,19 E-10	0,027	0,027
74,9	1,0054	0,92	1,29	1,22 E-10	0,053	0,053
75,0	1,5046	1,90	1,93	1,93 E-09	0,078	0,078
74,7	2,0056	2,25	2,59	1,05 E-10	0,102	0,102
74,9	2,5053	2,88	3,22	1,50 E-10	0,124	0,125
74,9	3,0041	3,56	3,90	1,30 E-10	0,148	0,145
74,9	3,5051	4,34	4,56	1,42 E-10	0,170	0,170

EXEMPLO 32

SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM 1-ETIL-3-METILIMIDAZÓLIO BIS(PENTAFLUORETILSULFONIL)IMIDA

5 Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração

10 de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 33a, 33b, 33c e 33d fornecem os dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 33A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,1031	0,009	0,61	1,92 E-11	0,029	0,024
10,0	0,5039	1,21	2,51	4,25 E-07	0,110	0,120
10,0	1,0027	4,05	6,65	2,95 E-11	0,255	0,239
10,0	1,5024	7,74	10,72	3,68 E-11	0,366	0,354
10,0	2,0011	12,01	15,61	4,88 E-11	0,471	0,464
10,0	2,5009	17,79	21,74	6,58 E-11	0,572	0,569
10,0	3,0043	24,67	30,25	8,67 E-11	0,676	0,668
10,0	3,5049	37,47	44,30	6,14 E-11	0,793	0,793

TABELA 33B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,1054	0,21	0,42	2,60 E-11	0,020	0,019
24,9	0,5052	0,82	1,92	3,76 E-11	0,086	0,086
24,9	1,0046	2,55	3,90	4,22 E-11	0,163	0,163
24,9	1,5040	4,69	6,02	4,77 E-11	0,236	0,235
24,9	2,0037	6,73	8,29	5,70 E-11	0,303	0,304
24,9	2,5031	9,15	10,79	6,65 E-11	0,368	0,368
24,9	3,0043	11,73	13,53	7,90 E-11	0,430	0,429
24,9	3,5054	15,15	16,56	7,29 E-11	0,489	0,488

TABELA 33C

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m²/sec)	X_{calc.} (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
50,0	0,1046	0,14	0,23	5,84 E-11	0,011	0,011
50,0	0,5050	0,58	1,00	6,72 E-11	0,046	0,046
50,0	1,0043	1,42	1,99	8,15 E-11	0,089	0,089

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	1,5046	2,48	3,00	7,67 E-11	0,130	0,130
50,0	2,0037	3,46	4,04	8,44 E-11	0,168	0,168
50,0	2,5033	4,51	5,10	8,82 E-11	0,205	0,205
50,0	3,0034	5,57	6,19	9,36 E-11	0,241	0,241
50,0	3,5040	6,98	7,32	8,24 E-11	0,275	0,276

TABELA 33D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,1044	0,10	0,13	1,30 E-1	0,006	0,006
74,9	0,5057	0,37	0,58	1,36 E-1	0,027	0,027
74,9	1,0042	0,87	1,16	1,35 E-1	0,053	0,053
74,9	1,5043	1,48	1,73	1,32 E-1	0,078	0,078
74,9	2,0041	2,01	2,30	1,49 E-1	0,102	0,102
74,9	2,4957	2,60	2,88	1,42 E-1	0,125	0,125
74,9	3,0049	3,22	3,47	1,69 E-1	0,148	0,147
74,9	3,5027	3,89	4,06	1,17 E-1	0,169	0,169

EXEMPLO 33**SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM 1-BUTIL-3-****METILIMIDAZÓLIO 1,1,2,3,3-HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO**

5

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de

análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 34a, 34b, 34c e 34d fornece os dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

5

TABELA 34A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,0993	0,00	0,41	1,09 E-11	0,015	0,015
9,9	0,5012	0,62	2,43	8,91 E-12	0,083	0,082
10,0	1,001	2,78	5,36	1,13 E-11	0,170	0,172
10,0	1,4989	5,94	8,89	1,38 E-11	0,261	0,264
9,9	1,997	9,63	12,82	2,42 E-11	0,348	0,350
10,0	2,4950	13,70	18,23	2,42 E-11	0,447	0,447
10,0	3,0010	19,60	24,78	4,81 E-11	0,545	0,550
10,1	3,4937	27,72	36,37	7,13 E-11	0,675	0,677

TABELA 34B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,1007	-0,02	0,26	1,61 E-11	0,009	0,011
24,9	0,5000	0,50	1,75	2,46 E-11	0,061	0,055
24,9	1,0002	1,80	3,22	1,51 E-10	0,108	0,109
24,9	1,4995	3,60	5,07	1,50 E-11	0,162	0,163
24,9	1,9931	5,36	7,12	1,78 E-11	0,218	0,220
25,0	2,5041	7,52	9,10	2,66 E-11	0,267	0,269
24,9	3,0042	9,65	11,44	2,46 E-11	0,319	0,322
24,9	3,5020	12,23	13,92	3,10 E-11	0,370	0,374

TABELA 34C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1007	0,01	0,16	3,94 E-11	0,006	0,006
50,0	0,5006	0,28	0,81	3,51 E-11	0,029	0,029
50,0	0,9997	1,11	1,69	2,84 E-11	0,059	0,059
50,0	1,4987	1,93	2,58	3,30 E-11	0,088	0,088
50,0	1,9941	2,87	3,53	2,73 E-11	0,117	0,118
50,0	2,5040	3,73	4,42	4,20 E-11	0,144	0,145
50,0	2,9997	4,65	5,37	4,79 E-11	0,171	0,172
50,0	3,5040	5,64	6,32	4,79 E-11	0,197	0,198

TABELA 34D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,0989	0,04	0,10	5,08 E-11	0,003	0,004
74,9	0,5015	0,21	0,46	2,62 E-10	0,016	0,018
74,9	1,0009	0,69	1,01	6,65 E-11	0,036	0,036
74,9	1,5002	1,17	1,51	7,55 E-11	0,053	0,053
74,9	2,0006	1,67	2,03	6,73 E-11	0,070	0,070
74,9	2,4996	2,18	2,53	8,11 E-11	0,086	0,087
74,9	3,0020	2,70	3,06	8,14 E-11	0,103	0,104

EXEMPLO 34**SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM****TETRADECIL(TRIHÉXIL)FOSFÔNIO 1,1,2-TRIFLUOR-2-(PERFLUORETÓXI)****ETANOSSULFONATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 35a, 35b, 35c e 35d fornece os dados para o C_o , C_s , D , X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

10

TABELA 35A

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
10,0	0,0993	0,10	0,52	1,65 E-11	0,038	0,038
9,7	0,5001	0,87	2,99	2,04 E-11	0,190	0,190
9,9	1,0005	3,55	6,26	2,72 E-11	0,338	0,338
9,8	1,4988	7,01	9,95	3,28 E-11	0,458	0,452
10,1	1,9940	10,46	13,72	5,63 E-11	0,549	0,551
9,8	2,4956	14,69	18,30	1,01 E-10	0,631	0,634
9,7	2,9998	19,78	24,52	1,23 E-10	0,713	0,718
9,6	3,4947	26,93	34,29	2,24 E-10	0,800	0,799

TABELA 35B

T (°C)	P (bar)	C_o (% de massa)	C_s (% de massa)	D (m ² /sec)	X_{calc} . (fração em mol)	X_{medido} (fração em mol)
24,9	0,1000	-0,01	0,26	2,82 E-11	0,019	0,018
24,9	0,5002	0,50	1,75	4,18 E-11	0,120	0,121

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,9998	2,14	3,73	4,58 E-11	0,229	0,228
24,9	1,4991	4,13	5,79	5,46 E-11	0,320	0,320
24,9	2,0001	6,22	7,90	6,55 E-11	0,396	0,397
24,9	2,5034	8,35	10,05	8,92 E-11	0,461	0,462
24,9	3,0041	10,54	12,31	9,57 E-11	0,518	0,520
24,9	3,5040	12,92	14,84	1,11 E-10	0,571	0,574

TABELA 35C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1013	0,21	0,09	1,08 E-11	0,007	0,011
50,0	0,5012	0,34	0,94	9,52 E-11	0,068	0,068
50,0	1,0012	1,24	1,97	9,91 E-11	0,133	0,134
50,0	1,4996	2,29	3,01	1,07 E-10	0,192	0,193
50,0	2,0006	3,37	4,07	9,79 E-11	0,245	0,246
50,0	2,5005	4,37	5,10	1,22 E-10	0,291	0,294
50,0	2,9997	5,44	6,19	1,19 E-10	0,335	0,339
50,1	3,4970	6,68	7,33	1,14 E-10	0,377	0,381

TABELA 35D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	0,1011	0,00	0,03	1,84 E-10	0,002	0,003
74,9	0,5019	0,22	0,52	1,81 E-10	0,039	0,039
74,9	1,0009	0,77	1,16	1,97 E-10	0,082	0,083

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
74,9	1,4959	1,41	1,77	2,08 E-10	0,121	0,122
74,9	2,0012	2,03	2,40	2,72 E-10	0,158	0,160
74,9	2,5033	2,65	3,03	2,28 E-10	0,193	0,194
74,9	3,0034	3,30	3,65	2,05 E-10	0,225	0,227
74,9	3,5051	3,96	4,27	2,13 E-10	0,254	0,256

EXEMPLO 35**SOLUBILIDADE DO 1,1,1,2-TETRAFLUORETANO (HFC-134A) EM****TRIBUTIL(TETRADECIL)FOSFÔNIO 1,1,2,3,3,3-HEXAFLUORPROPANOSSULFONATO**

Um estudo da solubilidade e da difusibilidade foi realizado nas temperaturas de 10, 25, 50 e 75° C sobre um intervalo de pressão de 0 a 10 bar onde as solubilidades (X_{med}) foram medidas utilizando uma microbalança gravimétrica e as difusibilidades (D) foram calculadas utilizando um modelo de análise de difusão unidimensional. A concentração inicial (C_o), a concentração de saturação final (C_s) e a solubilidade calculada (X_{calc}) também são fornecidas.

As Tabelas 36a, 36b, 36c e 36d fornecem os dados para o C_o, C_s, D, X_{calc} e X_{med} em uma temperatura de 10, 25, 50 e 75° C, respectivamente.

TABELA 36A

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
10,2	0,0991	0,08	0,49	2,23 E-11	0,029	0,032
9,9	0,5001	0,72	2,95	1,30 E-11	0,158	0,152
10,2	0,9998	3,17	6,30	1,74 E-11	0,293	0,289
10,0	1,4999	6,59	9,78	2,67 E-11	0,401	0,403
10,0	1,9996	10,48	13,80	4,77 E-11	0,497	0,494

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
10,0	2,5034	14,41	18,75	5,41 E-11	0,587	0,587
10,0	3,0020	19,66	24,79	1,49 E-10	0,670	0,672
10,1	3,4928	27,70	34,01	2,02 E-10	0,761	0,763

TABELA 36B

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
25,0	0,0998	0,05	0,34	1,70 E-11	0,021	0,019
24,9	0,5001	0,50	1,83	2,56 E-11	0,103	0,104
24,9	0,9994	2,11	3,76	3,19 E-11	0,194	0,194
25,0	1,4988	4,06	5,79	3,71 E-11	0,275	0,273
24,9	2,0017	6,03	8,06	3,60 E-11	0,351	0,350
25,0	2,5003	8,43	10,48	4,88 E-11	0,419	0,418
25,0	2,9990	10,82	12,84	7,38 E-11	0,476	0,478
25,0	3,5021	13,55	15,47	1,01 E-10	0,530	0,530

TABELA 36C

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	0,1009	0,00	0,17	6,85 E-1	0,010	0,010
50,0	0,5001	0,32	0,96	6,65 E-1	0,056	0,056
50,0	0,9994	1,20	1,99	6,73 E-1	0,111	0,110
50,0	1,4992	2,24	3,04	6,51 E-1	0,162	0,161
50,0	2,0003	3,31	4,09	7,46 E-1	0,208	0,209

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
50,0	2,4945	4,29	5,16	8,18 E-1	0,251	0,254
50,0	2,9994	5,46	6,22	1,11 E-1	0,290	0,293
50,0	3,4964	7,54	8,32	7,36 E-1	0,359	0,333

TABELA 36D

T (°C)	P (bar)	C _o (% de massa)	C _s (% de massa)	D (m ² /sec)	X _{calc.} (fração em mol)	X _{medido} (fração em mol)
75,0	0,1006	0,08	0,14	1,36 E-10	0,009	0,009
74,9	0,5041	0,30	0,63	1,39 E-10	0,037	0,037
74,9	1,0014	0,83	1,25	1,37 E-10	0,072	0,072
74,9	1,5002	1,47	1,87	1,43 E-10	0,105	0,105
74,9	2,0014	2,07	2,47	1,63 E-10	0,135	0,136
74,9	2,5044	2,66	3,08	1,70 E-10	0,164	0,165
74,9	3,0037	2,75	3,15	1,51 E-10	0,167	0,194
74,9	3,5039	3,44	3,79	1,70 E-10	0,196	0,221

EXEMPLO 36

A descrição dos componentes da microbalança, mostrada na Figura 18, é apresentada abaixo.

5

TABELA 37

COMPONENTES DA MICROBALANÇA QUE CONTRIBUEM PARA O CÁLCULO DA FLUTUABILIDADE

Subscrito	Item	Peso (g)	Material	Densidade (g x cm ⁻³)	Temperatura (°C)
s	Amostra	m _s	[bmim][PF ₆]	ρ _s	Temperatura

Subscrito	Item	Peso (g)	Material	Densidade (g x cm ⁻³)	Temperatura (°C)
	seca		[bmim][BF ₄]		da Amostra (T _s)
a	Gás de interação	m _a	CO ₂	ρ _a	(T _s)
i ₁	Recipiente da amostra	0,5986	Pyrex	2,23	(T _s)
i ₂	Fio	0,051	Tungstênio	21,0	(T _s)
i ₃	Corrente	0,3205	Ouro	19,3	30
j ₁	Contra peso	0,8054	Aço inoxidável	7,9	25
j ₂	Gancho	0,00582	Tungstênio	21,0	25
j ₃	corrente	0,2407	Ouro	19,3	30

Onde uma mistura ou material é afirmado ou descrito no presente, como compreendendo, incluindo, contendo, possuindo, sendo composto ou senso constituído por certos componentes ou constituintes, deve ser entendido, a menos que a frase ou descrição apresente explicitamente o contrário, que um ou mais componentes ou constituintes em adição àquele afirmado explicitamente ou descrito pode estar presente na mistura ou material.

Entretanto, em uma realização alternativa a mistura ou material pode ser declarado ou descrito como consistindo essencialmente de certos componentes ou constituintes, em que os componentes ou constituintes da realização que alterariam substancialmente o princípio de operação ou as características de distinção da mistura ou material não estão presentes no presente. Em uma realização alternativa adicional, a mistura ou material pode ser afirmado ou descrito como consistindo certos componentes ou

constituintes, em que os componentes da realização exceto os que afirmados ou descritos não estão presentes no presente, com a exceção das impurezas.

Onde o artigo definido “um” ou “uma” é utilizado com relação à frase ou descrição da presença de um componente ou constituinte em uma
5 mistura ou material na presente invenção, ou a presença de uma etapa em um processo da presente invenção, deve ser entendido, a menos que afirmado ou descrito explicitamente fornece o contrário, que o uso de tal artigo indefinido não limita a presença do componente ou constituinte na mistura ou material, ou a presença da etapa no processo, a um em número. As palavras “inclui”,
10 “incluem” e “incluindo” quando utilizado no presente devem ser lidos e interpretados como se fossem seguidos pela frase “sem limitação” se de fato este não for o caso.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM OU MAIS COMPONENTES DE UMA MISTURA MULTI-COMPONENTES, em que a mistura compreende uma mistura azeotrópica ou de pontos de ebulição próximos e, em que a mistura compreende um composto de hidrofluorcarbono e um ou mais membros do grupo que consiste em:

(a) outro composto de hidrofluorcarbono;

(b) um composto de fluorcarbono;

(c) um hidrocarboneto não fluorado selecionado a partir do grupo que consiste em alcanos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄ e alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear C₁ a C₄;

(d) um gás inerte selecionado a partir do grupo que consiste em N₂, O₂, CO₂, CO, NH₃, Ar e H₂; e

(e) água; e

em que o processo compreende colocar a mistura em contato com um ou mais líquidos iônicos em que um componente da mistura é solúvel em uma menor proporção do que pelo menos outro composto da mistura, e a separação do componente de menor solubilidade da mistura.

2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que o composto de hidrofluorcarbono é selecionado a partir do grupo que consiste em compostos de HFC-hidrofluorcarbono, compostos de hidroclorofluorcarbono, compostos de hidrofluoréter, compostos de hidrofluorcetona, compostos de hidrofluoraromáticos e compostos de hidrofluorolefina.

3. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que um composto de hidrofluorcarbono é selecionado a partir do grupo que consiste em trifluormetano (HFC-23), trifluormetano (HFC-23), difluormetano (HFC-32), pentafluoretano (HFC-125), 1,1,2,2-tetrafluoretano (HFC-134), 1,1,1,2-tetrafluoretano (HFC-134a), 1,1,1-trifluoretano (HFC-143a), 1,1-difluoretano

(HFC-152a), fluoretano (HFC-161), clorodifluormetano (HCFC-22), éter de metil nonafluorisobutílica, éter de metil nonafluorbutílica, éter de etil nonafluorisobutílica, éter de etil nonafluorbutílica e 3-etóxi-1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluor-2-trifluormetilhexano.

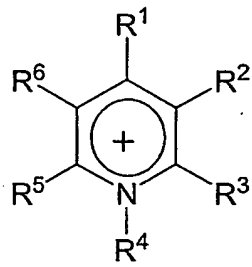
5 4. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que o composto de fluorcarbono é selecionado a partir do grupo que consiste em compostos de FC-fluorcarbono, compostos de clorofluorcarbono, compostos de fluoréter, compostos de fluorcetona, compostos de fluoraromáticos e compostos de fluorolefina.

10 5. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que os compostos de fluorcarbonos são selecionados a partir do grupo que consiste no diclorodifluormetano (CFC-12) e cloropentafluoretano (CFC-115), clorodifluometano (HCFC-22), perfluormetano (FC-14), perfluoretano (FC-116) e perfluorpropano (FC-218).

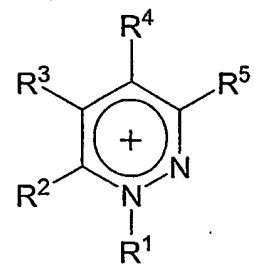
15 6. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que a mistura compreende um par de refrigerantes selecionados a partir do grupo que consiste em:

- (i) HFC-32 e HFC-125,
- (ii) HFC-125 e HFC-143a,
- 20 (iii) HFC-32 e HFC-143a,
- (iv) CFC-115 e CFC-125,
- (v) HFC-32 e HFC-134a, e
- (vi) CFC-125 e HFC-134a.

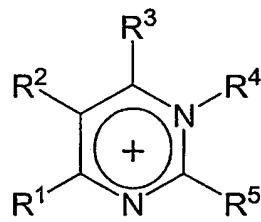
25 7. PROCESSO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, em que um líquido iônico compreende um cátion selecionado a partir dos seguintes onze cátions:



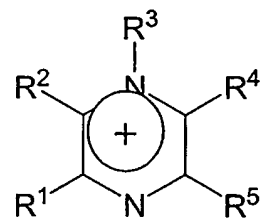
Piridínio



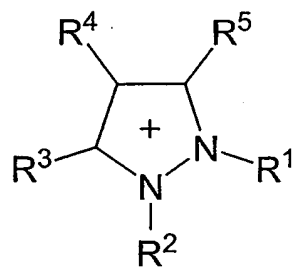
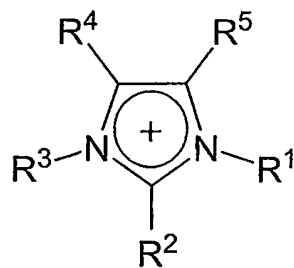
Piridazínio



Pirimidínio



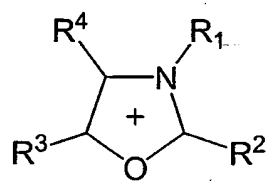
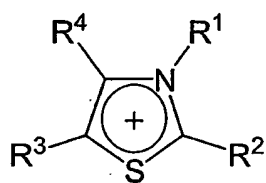
Pirazínio



Imidazólio



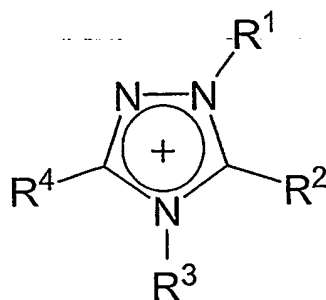
Pirazólio



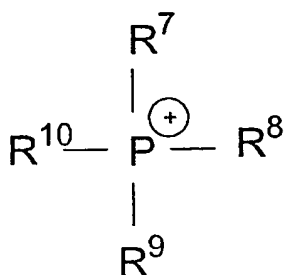
Tiazolium



Oxazólio

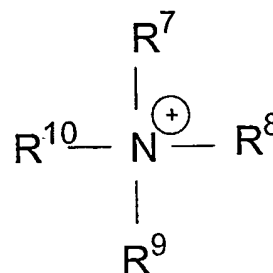


Triazólio



Fosfônio

and



Amônio

em que R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 and R^6 são cada um independentemente selecionados a partir do grupo que consiste em:

- 5 (i) H;
 (ii) halogênio;
 (iii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituído com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;
 10 SH;

- (iv) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , que compreendem de um a três heteroátomos selecionados a partir do grupo que consiste em O, N, Si e S, e opcionalmente, substituído por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que
 15 consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

- (v) arila não substituída C_6 a C_{20} , ou heteroarila não substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S; e

(vi) arila substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S;

em que ditas arilas substituídas ou heteroarilas substituídas possuem de um a três substituintes selecionados independentemente a partir a partir do grupo que consiste em:

(1) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-C_2H_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituídos por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(2) OH,

(3) NH_2 , e

(4) SH; e

em que R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} são cada um selecionados independentemente do grupo que consiste em:

(vii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-C_2H_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituído com pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(viii) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-C_2H_5$, or C_3 a C_{25} , que compreendem de um a três heteroátomos selecionados a partir do grupo que consiste em O, N, Si e S, e opcionalmente, substituído por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

(ix) arila não substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila não substituída C_3 a C_{25} que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S; e

(x) arila substituída C_6 a C_{25} , ou heteroarila substituída C_3 a C_{25}

que possui de um a três heteroátomos selecionados independentemente do grupo que consiste em O, N, Si e S;

em que ditas arilas substituídas ou heteroarilas substituídas possuem de um a três substituintes selecionados independentemente a partir a
5 partir do grupo que consiste em:

(5) alcanos ou alcenos cíclicos, ramificados ou de cadeia linear - CH_3 , $-\text{C}_2\text{H}_5$, or C_3 a C_{25} , opcionalmente substituídos por pelo menos um membro selecionado a partir do grupo que consiste em Cl, Br, F, I, OH, NH_2 e SH;

10 (6) OH,

(7) NH_2 , e

(8) SH; e

em que opcionalmente pelo menos dois dentre R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} podem juntos formar um grupo cíclico ou bicíclico alcanil ou
15 alquenil.

8. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 7, em que pelo menos um dos R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 e R^{10} , compreende F^- .

9. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que os líquidos iônicos apropriados compreendem um ânion selecionado a partir do
20 grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e qualquer ânion fluorado.

10. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 7, em que os líquidos iônicos compreendem um ânion selecionado a partir do grupo que
25 consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e qualquer ânion fluorado.

11. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 8, em que um

líquido iônico compreende um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{CH}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{CH}_3\text{OSO}_3]^-$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3]^-$, $[\text{AlCl}_4]^-$, $[\text{CO}_3]^{2-}$, $[\text{HCO}_3]^-$, $[\text{NO}_2]^-$, $[\text{NO}_3]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$, $[\text{HPO}_4]^{2-}$, $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$, $[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{CuCl}_2]^-$, Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ; e qualquer ânion fluorado.

- 5 12. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que um líquido iônico compreende um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$; E F^- .

13. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 7, em que um líquido iônico compreende um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$; E F^- .

14. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 8, em que um líquido iônico compreende um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{SbF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{HFCCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{HCCIFCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}]^-$, $[\text{CF}_3\text{CO}_2]^-$, $[\text{CF}_3\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCFHCF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CFHOCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_2\text{ICF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3]^-$, $[(\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CFHCF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}]^-$; E F^- .

15. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que a mistura compreende dois ou mais hidrofluorcarbonos e o líquido iônico compreende um cátion fluorado e um ânion fluorado.

16. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, em que a mistura compreende HFC-32 e HFC-125, e o HFC-125 é o componente de menor solubilidade que é separado da mistura.

5 17. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, que é realizado em uma coluna de destilação.

18. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 17, em que o componente menos solúvel é removido de cima da coluna.

10 19. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 17, em que um líquido iônico e o componente mais solúvel são removidos juntos do fundo da coluna, o líquido iônico e o componente mais solúvel são separados fora da coluna e o líquido iônico é retornado à coluna.

20. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 17, em que a mistura compreende um par de refrigerantes selecionados a partir do grupo de pares que consiste em:

- 15 (i) HFC-32 e HFC-125,
(ii) HFC-125 e HFC-143a,
(iii) HFC-32 e HFC-143a,
(iv) CFC-115 e CFC-125,
(v) HFC-32 e HFC-134a, e
20 (vi) CFC-125 e HFC-134a.

Figura1 – Diagrama esquemático de sistema de destilação extrativo simples

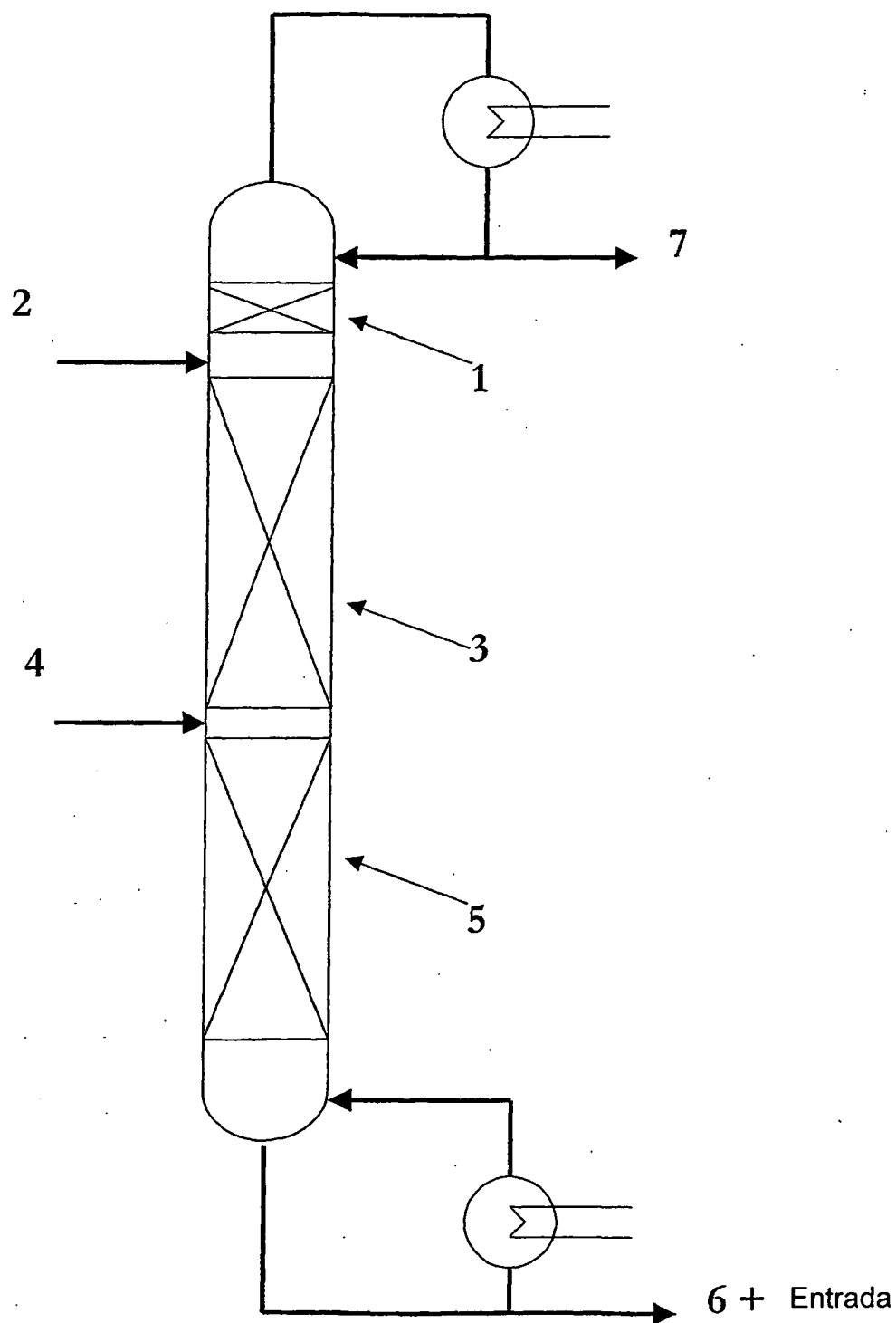


Figura 2 – Diagrama esquemático de um processo de destilação extrativo
ASPEN simples

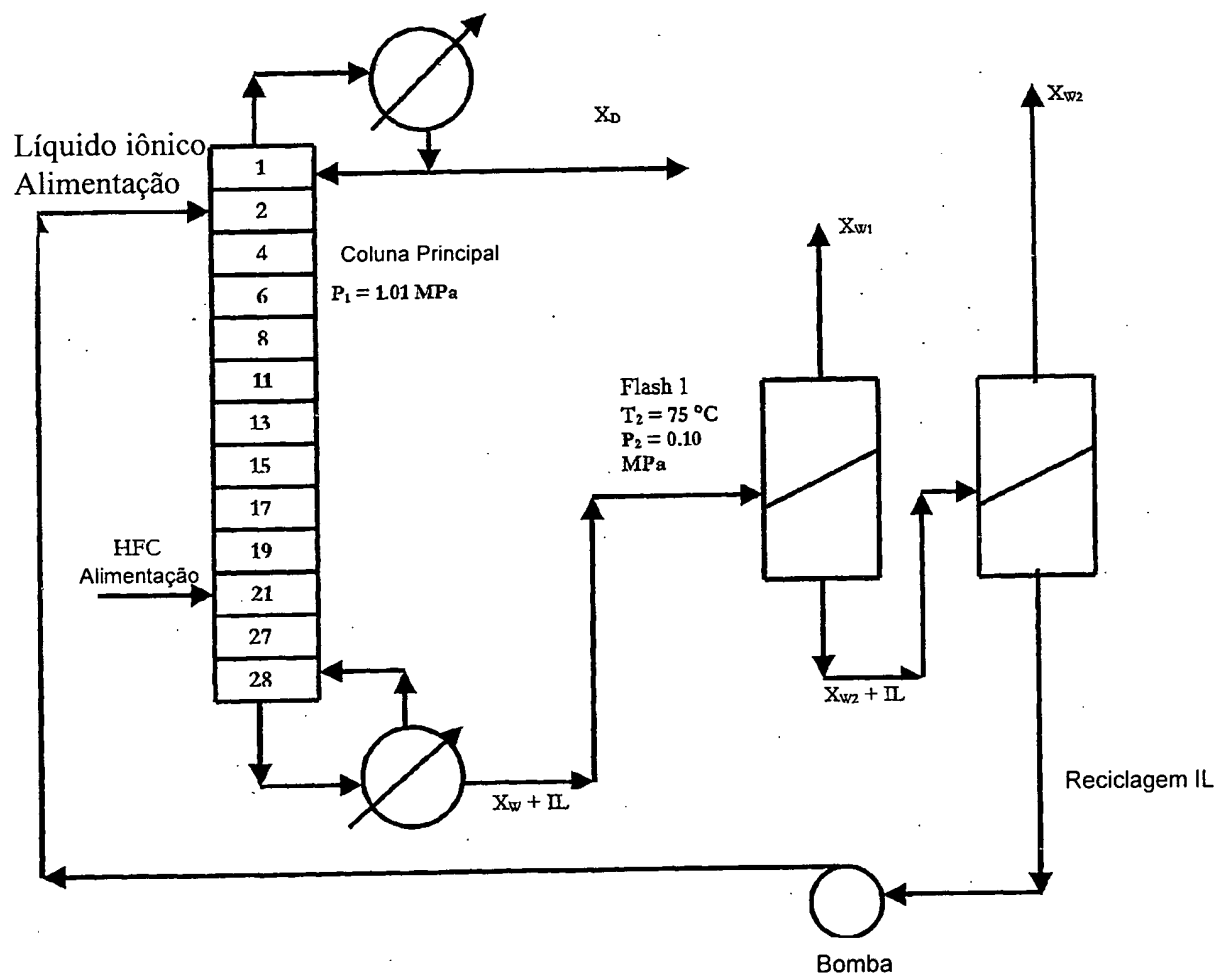


Figura 3 – Solubilidade do difluorometano (HFC-32) em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

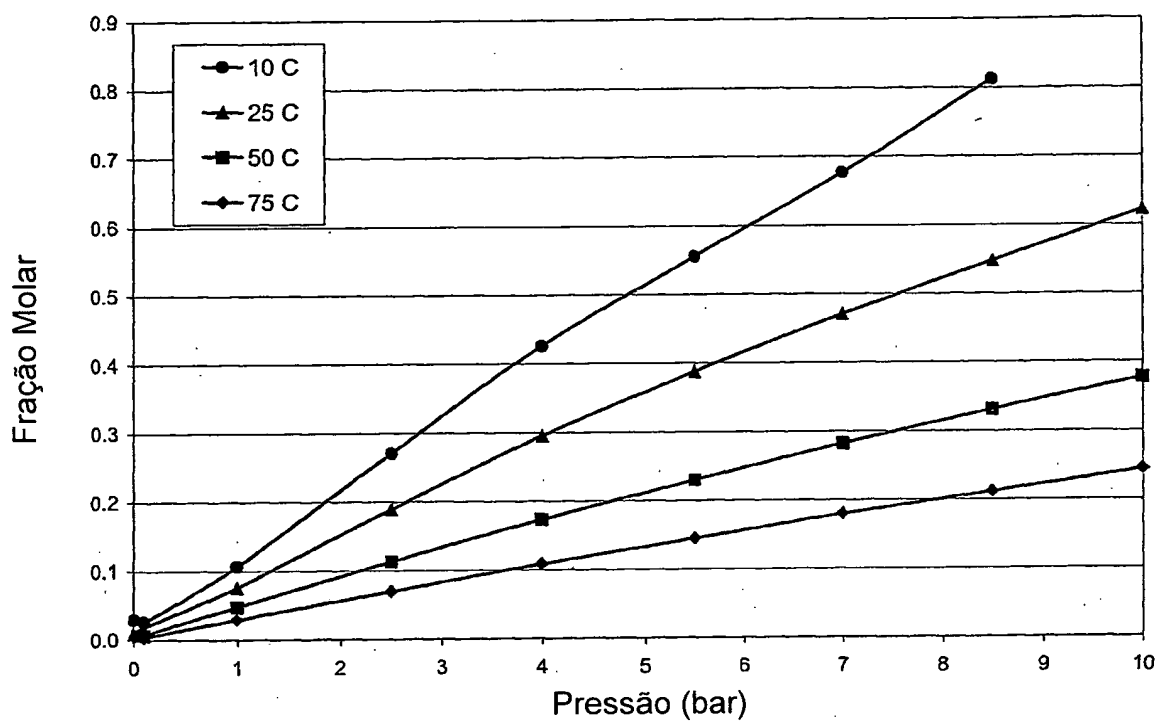


Figura 4 – Solubilidade do pentafluoroetano (HFC-125) em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

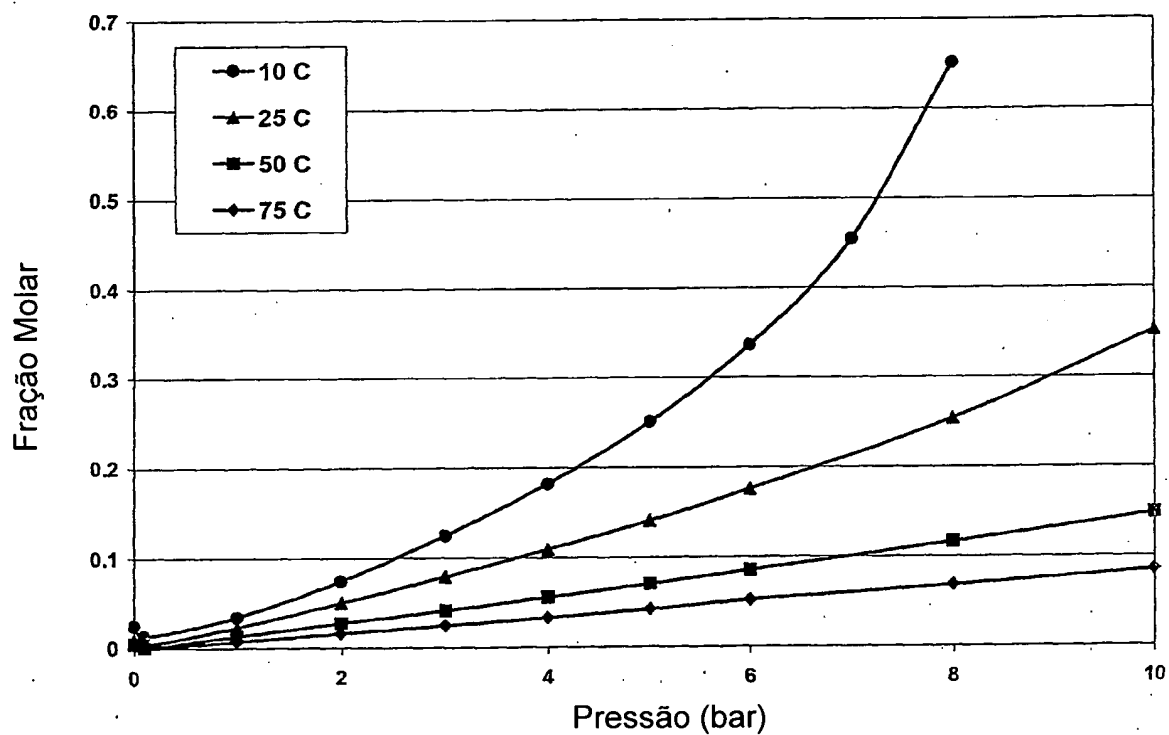


Figura 5 – Solubilidade do 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a) em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

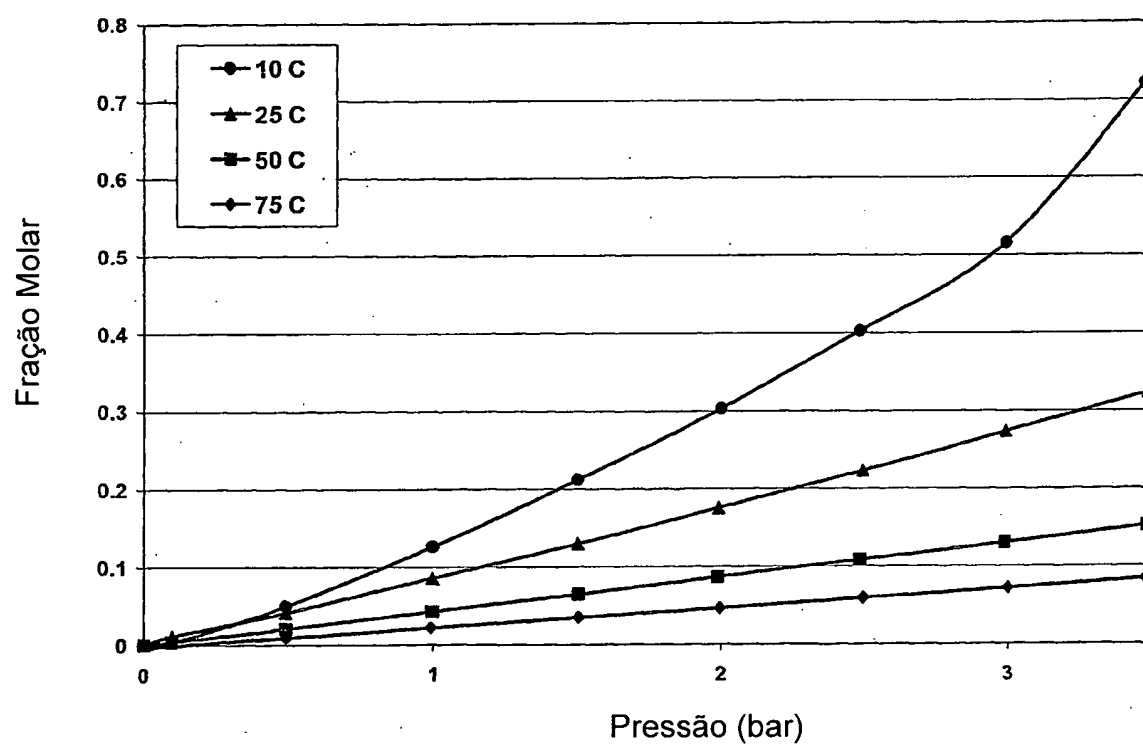


Figura 6 – Solubilidade do 1,1,1-tetrafluoroetano (HFC-143a) em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

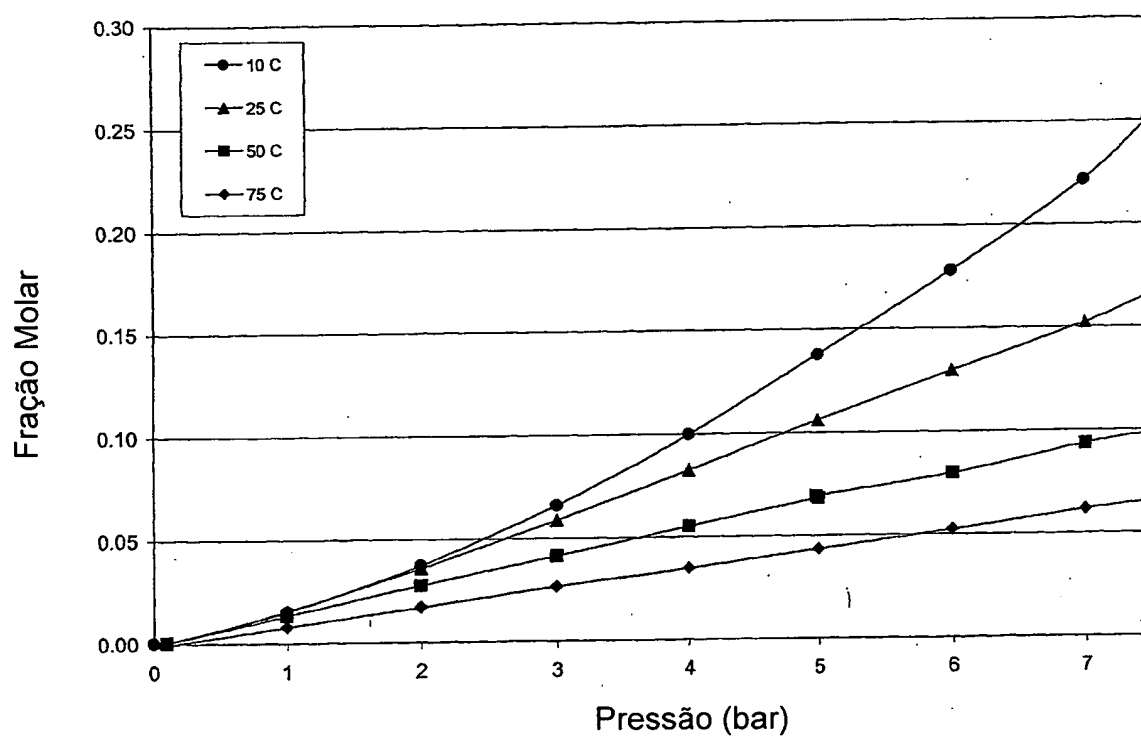


Figura 7 – Solubilidade de 1,1-difluoroetano em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

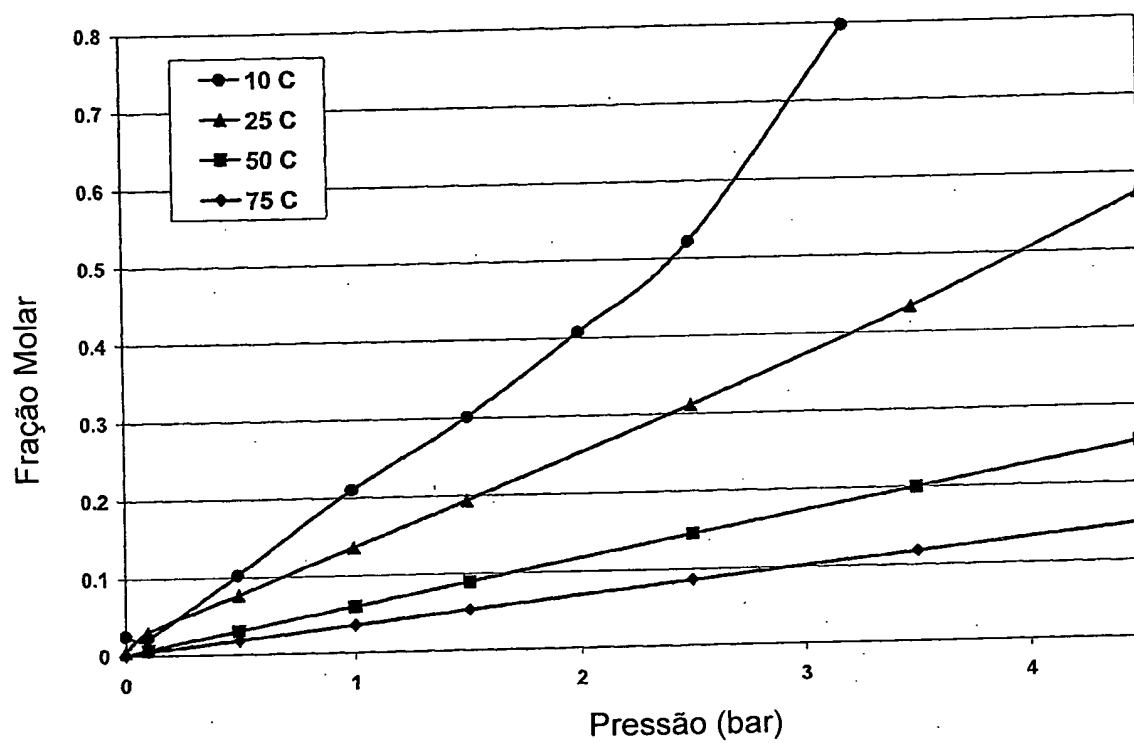


Figura 8 – Solubilidade do difluorometano (HFC-32) em tetrafluoroborato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][BF₄])

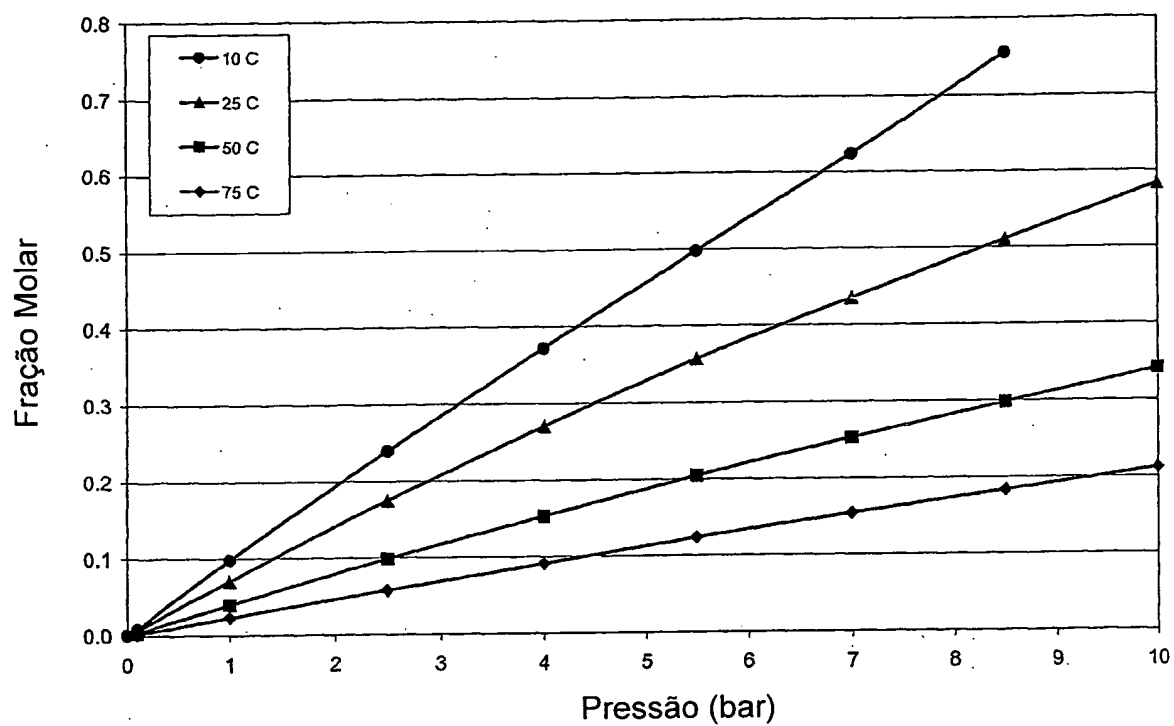


Figura 9 – Solubilidade do trifluorometano (HFC-23) em hexafluorofosfato de 1-butil-3-metilimidazólio ([bmim][PF₆])

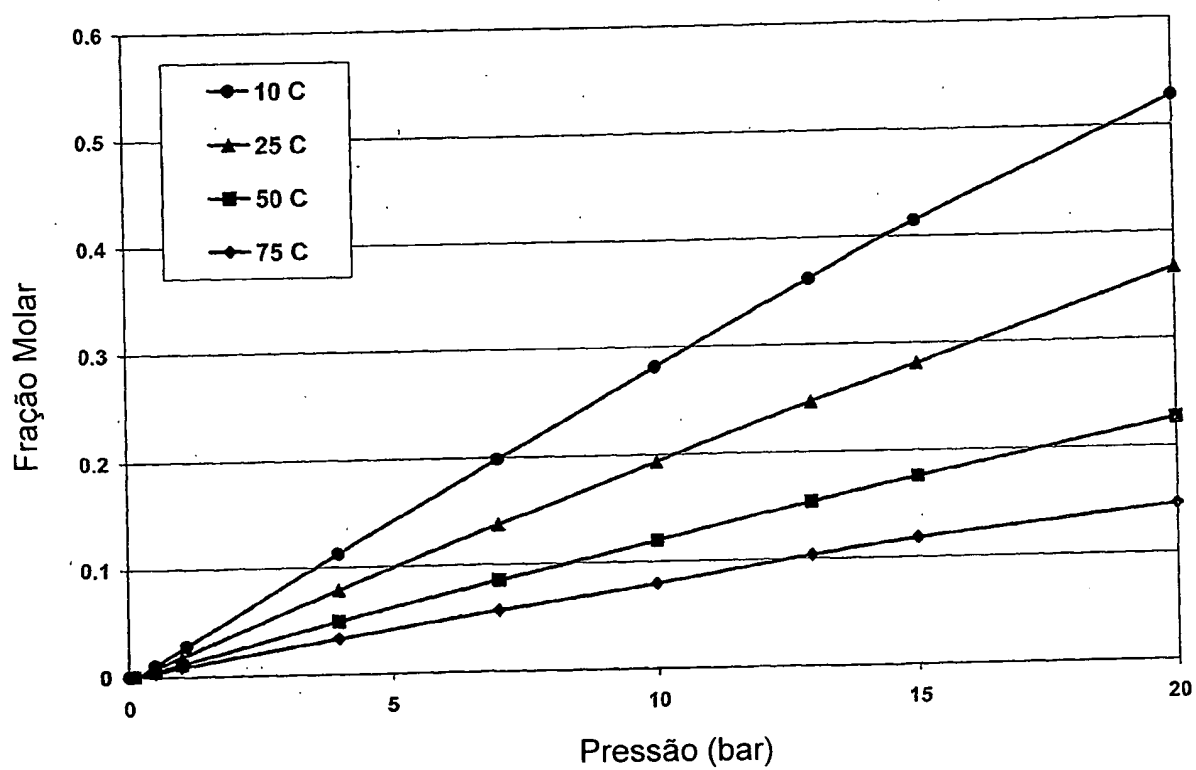


Figura 10 – Solubilidade do trifluorometano (HFC-23) em tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazólio ([emim][PF₆])

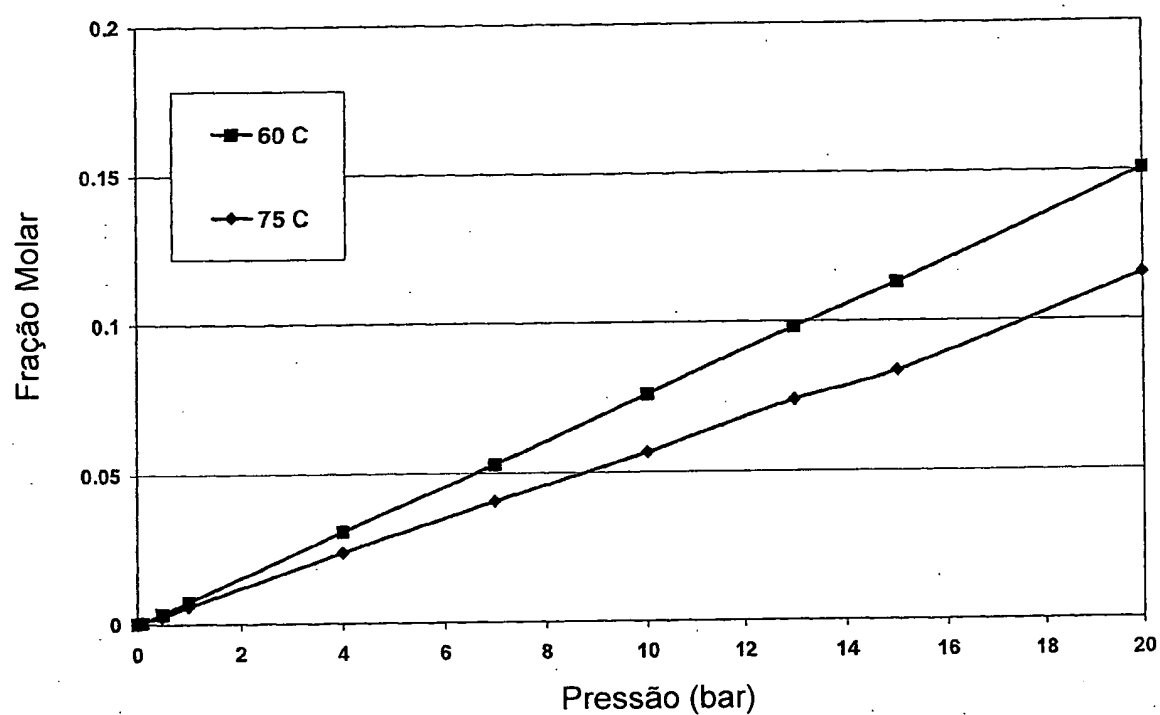


Figura 11 – Solubilidade de difluorometano (HFC-32) em 1,2-dimetil-3-propilimidazólio – tris(trifluorometilsulfonil)metida ([dmpim][TMeM])

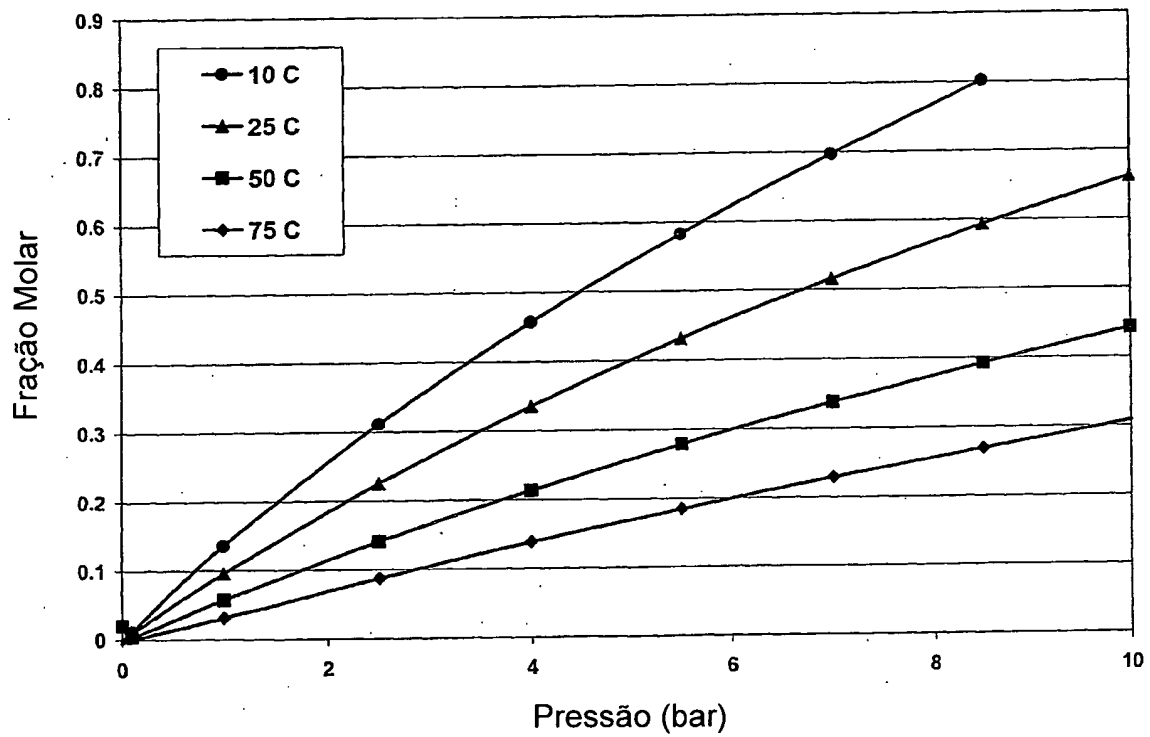


Figura 12 – Solubidade do difluorometano (HFC-32) em 1-etil-3-metilimidazóliobis(pentafluoroetilsulfonil)imida ([emim][BEI])

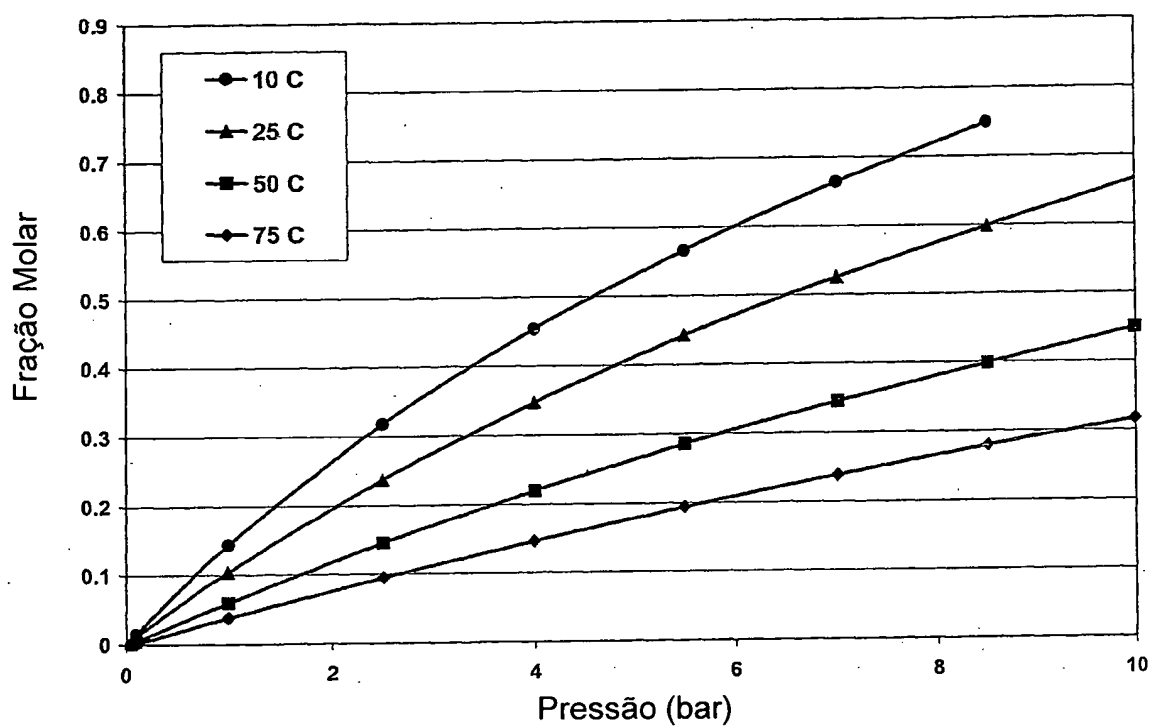


Figura 13 – Solubilidade do difluorometano (HFC-32) em 1-etil-3-metilimidazóliobis(trifluoroetilsulfonil)imida ([emim][BMel])

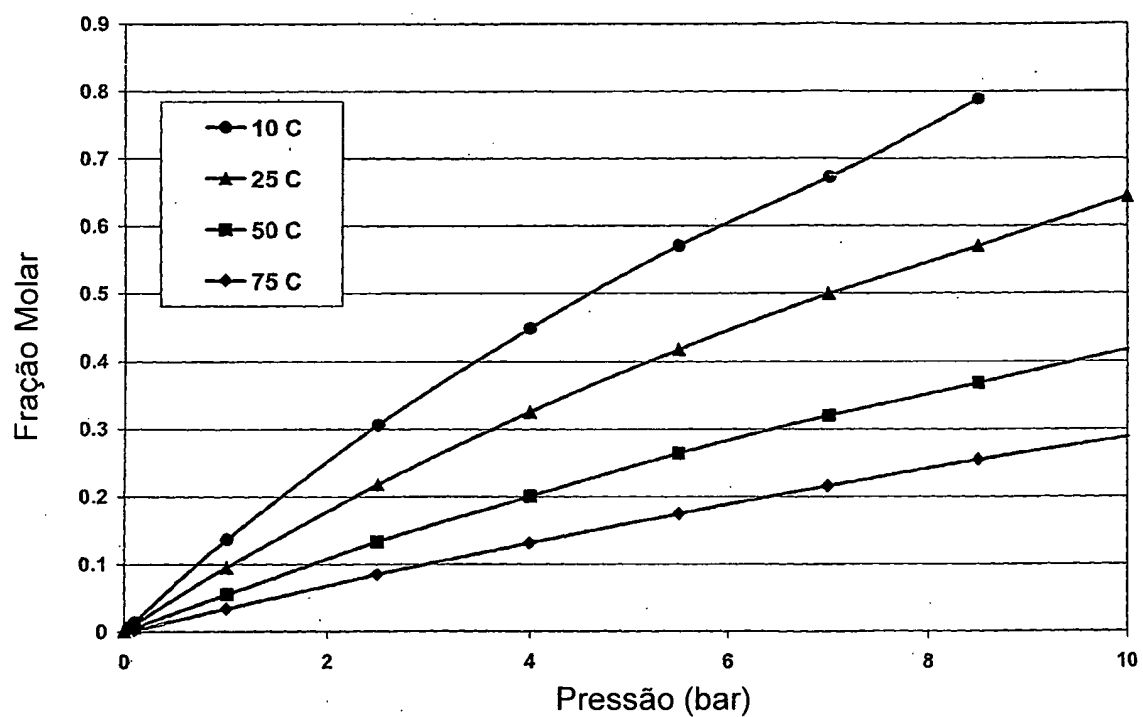


Figura 14 – Solubilidade do difluorometano (HFC-32) em 1-metil-3-propilpiridíniobis(trifluoroetilsulfonil)imida ([pmpy][BMeI])

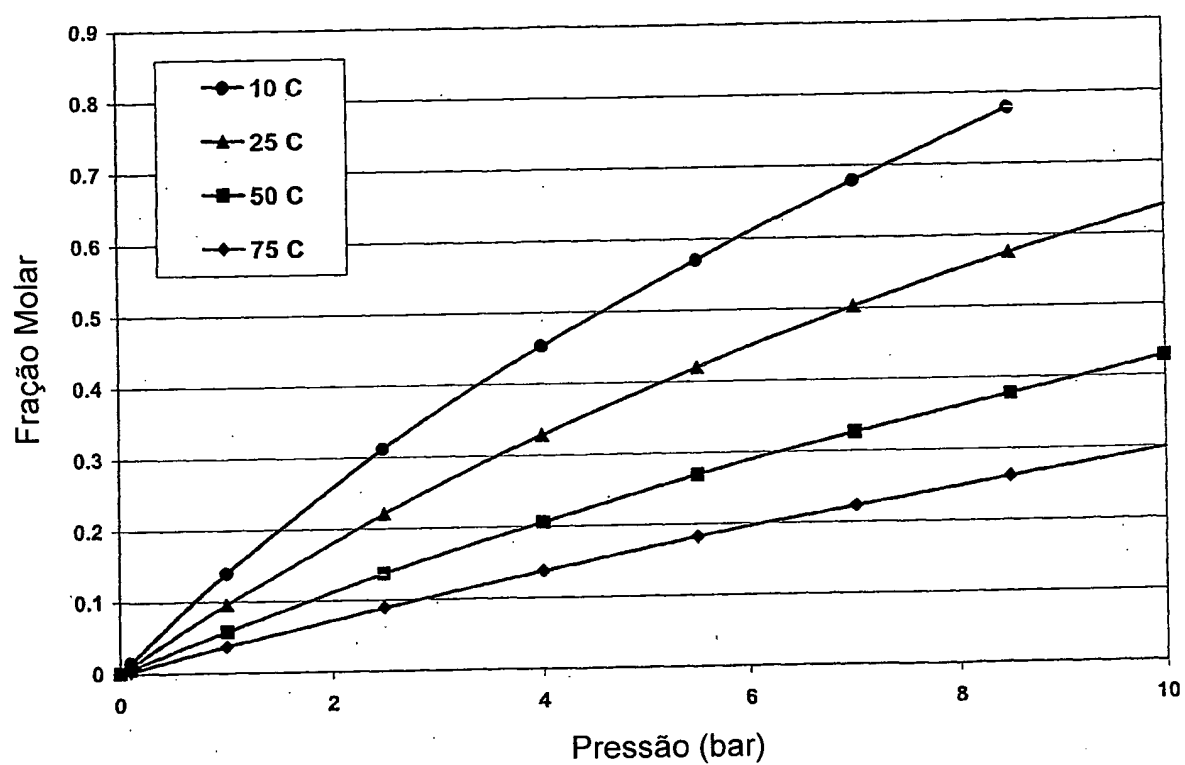


Figura 15 – Solubilidade do difluorometano (HFC-32) em 1-butil-3-metilpiridíniobis(trifluoroetilsulfonil)imida

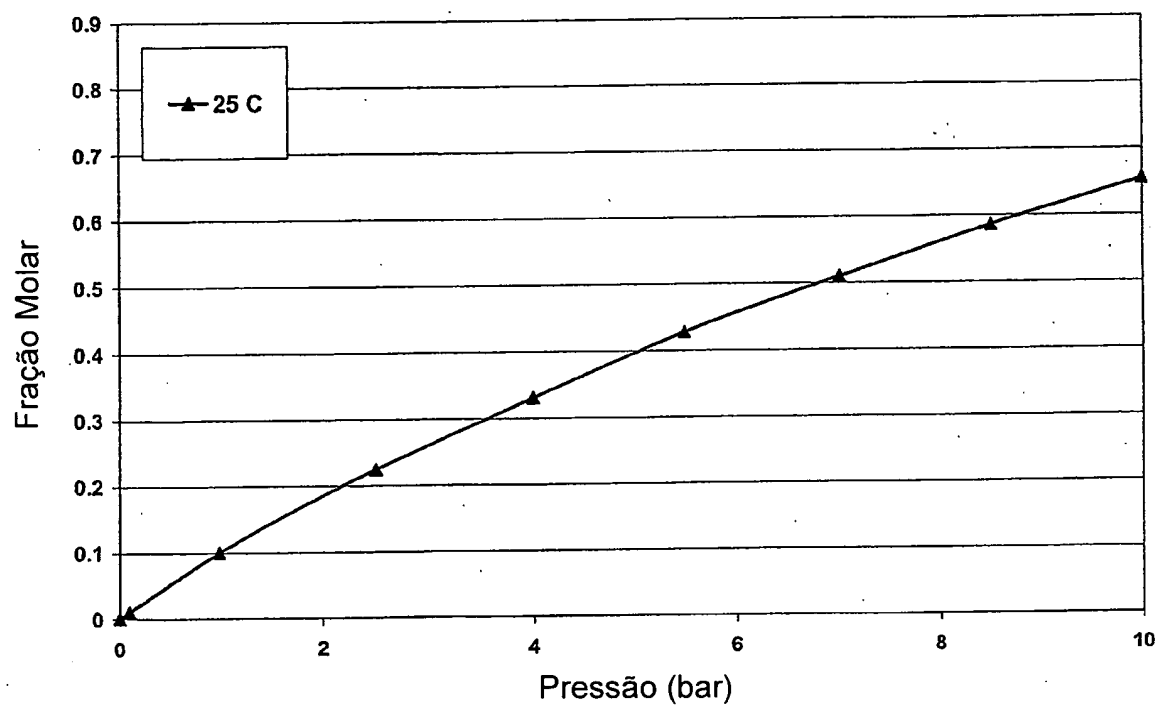


Figura 16 – Isoterma de comparação de difluorometano (HFC-32) e imidazólio baseado em líquidos iônicos a 25 °C

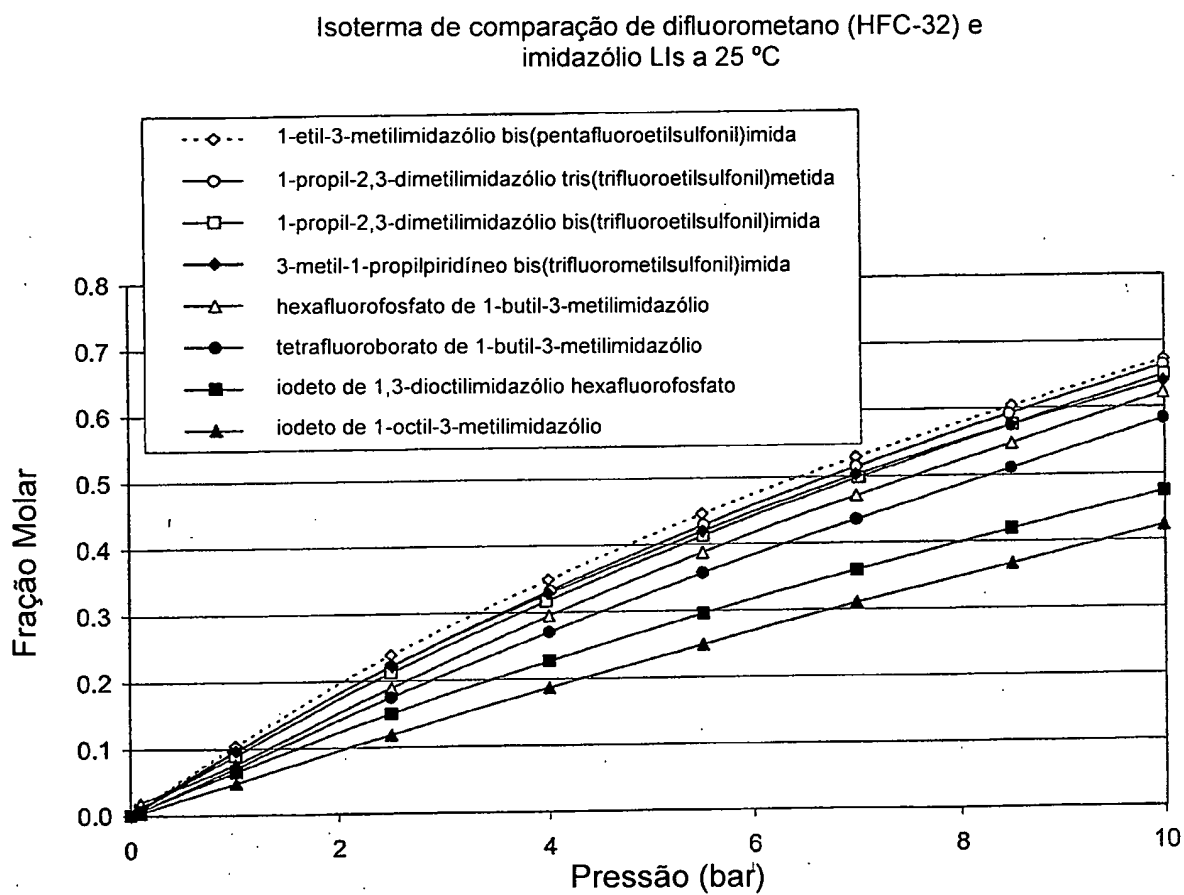


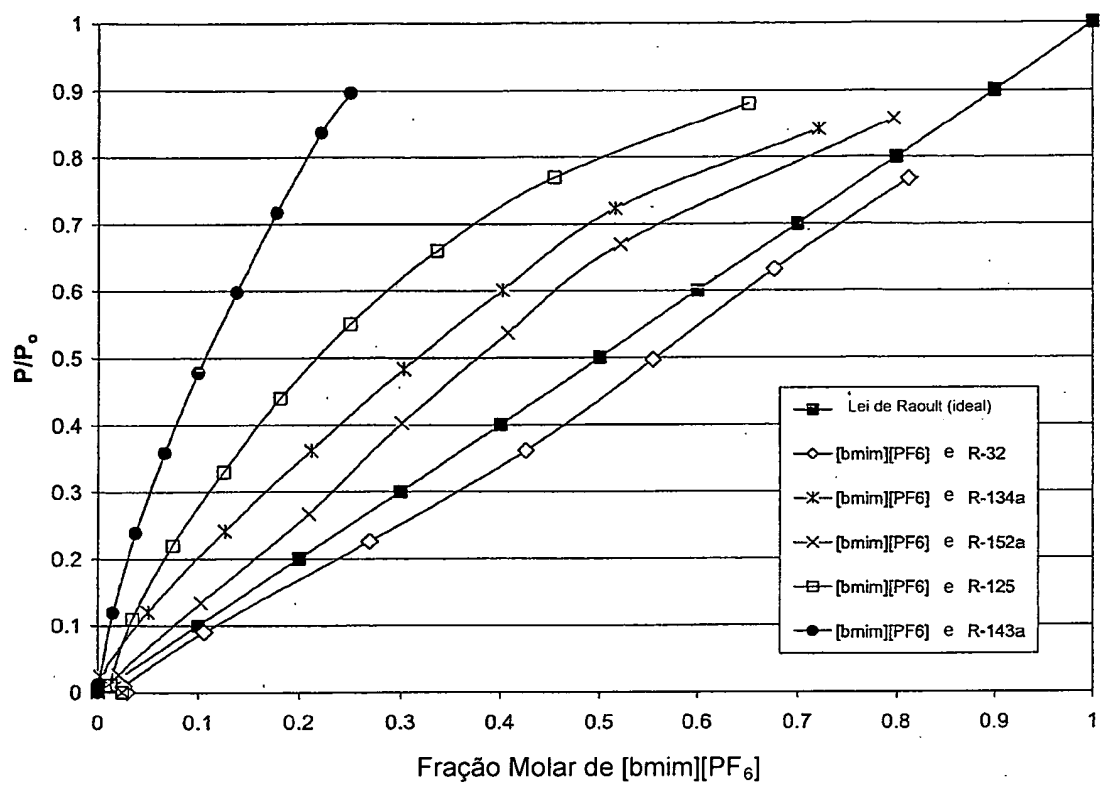
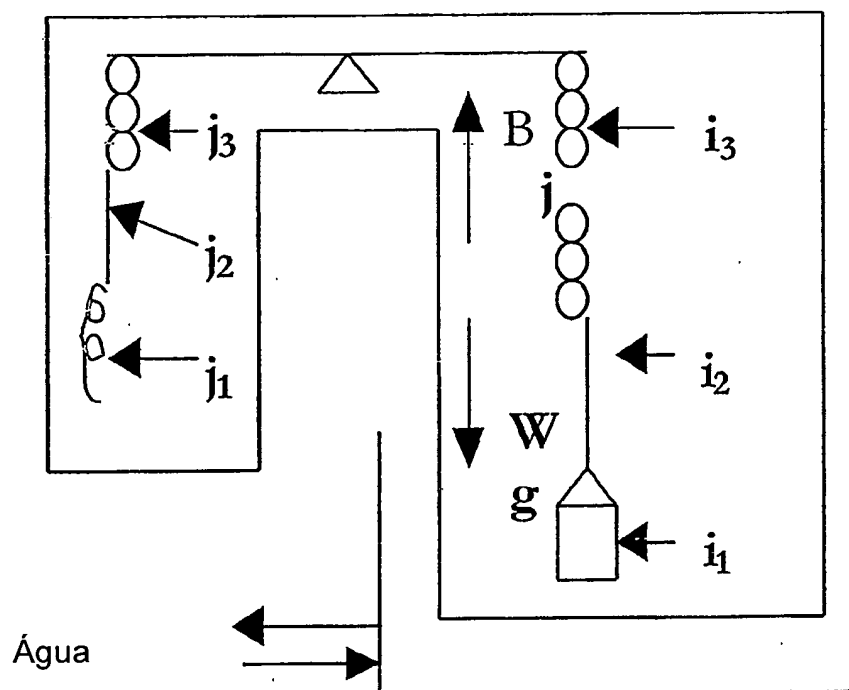
Figura 17 – P/P_0 versus Fração Molar

Figura 18 – Diagrama esquemático do microbalanço gravimétrico



RESUMO**“PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM OU MAIS COMPONENTES DE
UMA MISTURA MULTI-COMPONENTES”**

A presente invenção refere-se a um processo para a separação
5 de componentes próximos à ebulição e azeotrópicos de misturas, em que ditas
misturas compreende pelo menos um composto de hidrofluorcarbono,
utilizando pelo menos um líquido iônico.