



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

(21) BR 102017012313-8 A2



(22) Data do Depósito: 09/06/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 26/12/2018

(54) **Título:** SISTEMA CATALÍTICO, E, PROCESSO PARA REMOÇÃO DE COMPOSTOS HETEROÁTOMICOS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS

(51) **Int. Cl.:** B01J 31/02; B01J 31/12; C07B 33/00.

(52) **CPC:** B01J 31/0284; B01J 31/12; C07B 33/00.

(71) **Depositante(es):** PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRÁS; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS.

(72) **Inventor(es):** WLADMIR FERRAZ DE SOUZA; JANICE ADAMSKI; JAIRTON DUPONT.

(57) **Resumo:** "SISTEMA CATALITICO, E, PROCESSO PARA REMOÇÃO DE COMPOSTOS HETEROÁTOMICOS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS" A presente invenção descreve um processo de oxidação extrativa para remoção de contaminantes de correntes de hidrocarbonetos usando um líquido iônico combinado a um complexo iônico organometálico de ferro(II), o qual compreende um complexo de cátion de ferro (II) com ligante ionofílico, catalisador de ferro (II) com ligante ionofílico na sua estrutura molecular, cuja oxidação é feita com agente oxidante e catalisada pelo ferro(II) do complexo organometalico presente na fase do dito líquido iônico. Além de manter suas características de solvente seletivo de compostos oxidantes, o líquido iônico combinado ao complexo organometalico de ferro (II) com ligante ionofílico que catalítico do agente oxidante, estimulando o fenômeno reativo a acontecer na fase de líquido iônico, e fazendo com que o ferro permaneça estável na fase de líquido iônico, sem ser lixiviado para a fase oleosa. Esta medida resulta em uma melhoria considerável na remoção dos heteroátomos do meio hidrocarboneto.

Hidrogênio	11-14%
Carbono	83-87%
Enxofre	0,06-6%
Nitrogênio	0,11-1,7%
Oxigênio	0,1-2%
Metais	até 0,3%

[006] Processos alternativos de remoção de compostos de enxofre e de nitrogênio presentes em correntes de hidrocarbonetos fósseis têm sido desenvolvidos tanto para ajustar as especificações técnicas e ambientais dos produtos quanto para minimizar a severidade de processos convencionais.

[007] Na indústria de refino de petróleo, alguns processos de tratamento são utilizados convencionalmente para a remoção de enxofre e nitrogênio presentes nestes contaminantes, como, por exemplo, os processos de hidrotratamento, tais como hidrodessulfurização (HDS) e hidrogenitrogenação (HDN).

[008] Os processos convencionais de hidrodessulfurização (HDS) e hidrogenitrogenação (HDN) consistem, respectivamente na remoção de enxofre e de nitrogênio de contaminantes de cortes diversos de petróleo através de reações de hidrogenação na presença de catalisadores, que basicamente são sulfetos metálicos suportados. Entretanto, determinados contaminantes sulfurados e nitrogenados são refratários às rotas convencionais, principalmente alguns compostos nitrogenados que envenenam o catalisador, além de requerer condições operacionais mais severas. Faz-se, então, necessário o desenvolvimento de novos catalisadores e/ou de rotas alternativas de processos de tratamento, dentre as quais figuram os métodos de oxidação extrativa de compostos heteroatômicos, onde os contaminantes são removidos e/ou inertizados ou convertidos em outros compostos que tenham maior afinidade por solventes imiscíveis no óleo ou por adsorventes.

[009] O estado da técnica apresenta processos de tratamento



alternativos para a remoção de compostos heteroatômicos de correntes de hidrocarbonetos.

[0010] As patentes US 6.544.409 e US 7.153.414 ensinam processos de oxidação extrativa para o pré-tratamento de destilados de petróleo brutos, ricos em contaminantes heteroatômicos, que são aplicáveis ao pré-tratamento de correntes de hidrocarbonetos. Ambos os documentos indicam que o método de oxidação extrativa feito com perácidos possuem vantagens, tais como a de remover certos compostos refratários ao hidrotreatamento, como os dibenzotiofenos substituídos e os nitrogenados, os compostos piridínicos e quinolínicos, que são fortes desativadores dos catalisadores de sulfetos metálicos suportados.

[0011] Uma forma de se atingir melhorias no processo de remoção de compostos heteroatômicos compreende a adição de líquidos iônicos em um meio reacional. Líquidos iônicos são conhecidos como sais fundidos a temperatura inferior a 100°C, sendo normalmente constituídos de sais derivados de cátions alquilamônios, fosfônios e imidazólios, tendo como ânions (contra-íon) estruturas como BF_4^- , PF_6^- , CF_3SO_3^- , $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$, CF_3CO_2^- (P. Wasserscheid, T. Welton; *Ionic Liquids in Synthesis*, VCH-Wiley, Weinheim, **2002**; J. Dupont; R. F. de Souza, P. A. Z. Suarez; *Chem. Rev.*; **2002**, 102, 3667; P. Wasserscheid, W. Keim; *Angew. Chem. Int. Ed.*; **2000**, 39, 3773; T. Welton; *Chem. Rev.*; **1999**, 99, 2071).

[0012] Por suas características intrínsecas, os líquidos iônicos podem agir como solventes e/ou catalisadores em reações químicas, e, em se tratando de íons em lugar de moléculas, as reações se processam com seletividade e reatividade distintas quando comparadas àquelas realizadas em solventes orgânicos convencionais.

[0013] Dentre os diversos líquidos iônicos funcionalizados, os mais investigados e utilizados são os derivados do cátion 1,3-dialquilimidazólios por possuírem propriedades físico-químicas únicas.



[0014] A patente US 7.001.504 ensina um processo que utiliza líquidos iônicos para a extração e/ou oxidação extrativa de compostos sulfurados contidos em correntes de hidrocarbonetos. Entretanto a metodologia se aplica exclusivamente à remoção de compostos de enxofre em correntes de hidrocarbonetos, não abordando a remoção de outros contaminantes, tais como compostos nitrogenados que são típicos de correntes brutas de hidrocarbonetos derivados de petróleo.

[0015] O pedido de patente PI 0704672-3 relata um aperfeiçoamento da metodologia que está descrita no documento EP 1620528. Esse aperfeiçoamento combina a ação de líquido iônico com a ação do sistema oxidante ácido orgânico/peróxido de hidrogênio. Este novo sistema é aplicado ao pré-tratamento de correntes brutas de misturas complexas de hidrocarbonetos, tais como as correntes de origem fóssil, ricas em contaminantes heteroatômicos (nitrogenados e/ou sulfurados) e compostos, permitindo uma maior remoção destes contaminantes, não exclusivamente enxofre e que por isso consiste de uma oxidação extrativa mais abrangente daquela reivindicada pelo documento US 7.001.504.

[0016] A invenção descrita no documento PI 0704672-3 envolve um sistema trifásico formado pela fase de hidrocarbonetos; fase de mistura oxidante aquosa contendo peróxido e ácido; e a fase do líquido iônico que otimiza fenômenos físicos que regem o processo de oxidação extrativa, tais como a migração das substâncias polares entre as fases.

[0017] O líquido iônico apresentado no documento PI 0704672-3 possui função exclusivamente física e a reação ocorre utilizando um sistema perácido ($H_2O_2 + RCOOH$) que realiza a reação de oxidação propriamente dita dos compostos contaminantes. O líquido iônico atua incrementando a interação da solução aquosa pelas espécies a serem oxidadas e também pelas espécies oxidadas, permitindo melhoria da extração das mesmas.



[0018] No entanto, apesar dos desenvolvimentos atuais, a técnica ainda necessita de um processo mais eficiente e eficaz para remoção de compostos heteroatômicos a partir de corrente de hidrocarbonetos.

[0019] Assim, conforme reportado no artigo (Lissner, E.; de Souza, W. F.; Ferrera, B.; Dupont, J.: Oxidative Desulfurization of Fuels with Task-Specific Ionic Liquids. *ChemSusChem* 2009, 2, 962-964.), na busca de se ampliar a função do líquido iônico, para operar quimicamente além de fisicamente, a metodologia apresentada no documento PI 0704672-3 foi otimizada através da modificação química do líquido iônico de maneira que além de manter suas características de solvente seletivo de compostos oxidantes, passou a ser constituinte do sistema perácido responsável pela oxidação, no lugar do ácido carboxílico da mistura oxidante aquosa. Isso força o fenômeno reativo acontecer na fase de líquido iônico para onde migrariam as substâncias alvos polares e o peróxido de hidrogênio. Esta medida resultou numa melhoria considerável da remoção das substâncias alvo do meio hidrocarboneto.

[0020] A modificação química mencionada do artigo supracitado se procede incorporando à molécula do cátion imidazólio, substituintes funcionalizados, tais como as funções carboxila e/ou éter. Tal funcionalização permitiu ao líquido iônico operar tanto como gerador de um sistema perácido adequado para oxidar compostos sulfurados e nitrogenados, quanto como um solvente seletivo. Esse solvente, uma vez em contato com a fase oleosa, possibilita uma maior migração de substâncias alvo para a fase iônica onde são oxidadas, assim como permite a oxidação de substâncias alvo presentes na interface com o óleo, que acabam migrando imediatamente e diretamente para a fase iônica.

[0021] Por outro lado, conforme US 6544409, EP 1390441, US 7153414, a metodologia de oxidação extrativa de compostos heteroatômicos pode ser incrementada através do emprego de um sistema catalítico a base de óxido de ferro, em particular, oxihidróxido de ferro que permite a geração de radicais livres, incluindo o reagente de Fenton OH^* , que potencializam a oxidação. Desta forma, um conceito promissor é incorporar ferro na estrutura química do líquido iônico ou

vincular ao líquido iônico, um sistema contendo átomo de ferro ativo cataliticamente para permitir geração de radicais livres (ex. reagente de Fenton OH*) na fase do líquido iônico, aproveitando o potencial do líquido iônico de exercer o papel importante de extração das substâncias alvo da fase oleosa para a fase do líquido iônico.

[0022] A literatura apresenta resultados de esforços neste conceito (Zhu, W. S.; Zhang, J. T.; Li, H. M.; Chao, Y. H.; Jiang, W.; Yin, S.; Liu, H.: Fenton-like ionic liquids/H₂O₂ system: one-pot extraction combined with oxidation desulfurization of fuel. *RSC Advances* 2012, 2, 658-664. Yu, G. R.; Zhao, J. J.; Song, D. D.; Asumana, C.; Zhang, X. Y.; Chen, X. C.: Deep Oxidative Desulfurization of Diesel Fuels by Acidic Ionic Liquids. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2011, 50, 11690-11697. Ko, N. H.; Lee, J. S.; Huh, E. S.; Lee, H.; Jung, K. D.; Kim, H. S.; Cheong, M.: Extractive Desulfurization Using Fe-Containing Ionic Liquids. *Energy Fuels* 2008, 22, 1687-1689. Zhou, X.; Lv, S.; Wang, H.; Wang, X.; Liu, J.: Catalytic oxygenation of dibenzothiophenes to sulfones based on FeIII porphyrin complex. *Appl. Catal. A: Gen.* 2011, 396, 101-106.). Entretanto, essas modalidades aparentemente não asseguram que ions de Fe não sejam lixiviados para a fase óleo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0023] A presente invenção descreve um sistema catalítico para uso em processos de oxidação extrativa para remoção de contaminantes de correntes de hidrocarbonetos. Tal sistema catalítico contém um líquido iônico combinado a um complexo salino organoferroso, completamente solúvel na fase do líquido iônico. Este complexo organometálico iônico tem estrutura química tal que permite forte afinidade pelo líquido iônico, se estabilizando permanentemente na fase do líquido iônico.

[0024] Este complexo organoferroso é constituído de um sistema ligante ionofílico que complexa um cátion de Fe (II), que atua como catalisador de reações de geração de radicais livres oxidantes necessários para a oxidação, tal como a reação de geração do reagente de Fenton OH*. Tais radicais livres

oxidam os compostos sulfurados e/ou nitrogenados extraídos da fase oleosa de hidrocarbonetos para a fase do líquido iônico, devido à ação extrativa do líquido iônico quando em contato com a fase oleosa.

[0025] Diferentemente dos exemplos da literatura supracitados, que reportam métodos utilizando sistemas do tipo Fenton contendo líquidos iônicos; na presente invenção, o cátion de Fe (II) é mantido permanentemente na fase do líquido iônico graças à ação do sistema ligante ionofílico do complexo salino organometálico, que é fortemente solubilizado pelo líquido iônico.

[0026] Assim, o cátion de Fe (II) não é lixiviado para a fase oleosa, o que causaria contaminação da fase oleosa tratada e perda do desempenho reacional de utilização dos radicais livres gerados para oxidação seletiva das substâncias alvo. Além disso, a manutenção do Fe(II) na fase do líquido iônico possibilita a sua reutilização como catalisador.

[0027] O líquido iônico, além de operar como um solvente seletivo, favorecendo a migração imediata das substâncias alvo da fase oleosa para a fase iônica onde são oxidadas, também assegura que as substâncias oxidadas permaneçam na fase iônica.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0028] A presente invenção refere-se a um sistema catalítico para uso em processos de oxidação extrativa para remoção de compostos heteroatômicos de enxofre e/ou nitrogênio dissolvidos em hidrocarbonetos.

[0029] O sistema catalítico compreende um líquido iônico combinado a um complexo ionofílico organoferroso iônico, cuja estrutura molecular contém cátion de Fe(II) estabilizado por um sistema ligante ionofílico, sendo este complexo completamente solubilizado na fase iônica, resultando em uma solução iônica.

[0030] A oxidação é feita por radicais livres, tais como o reagente de Fenton OH*, gerados a partir de um agente oxidante, preferencialmente H₂O₂,

pela ação catalítica de Fe(II) presente na estrutura do complexo e estabilizado na estrutura iônica pelo sistema ligante ionofílico.

[0031] O processo empregando sistema catalítico objeto da presente invenção gera um sistema bifásico onde uma fase 1, oleosa, contém a mistura de hidrocarbonetos contaminada com compostos sulfurados e nitrogenados, e uma fase 2, iônica, contém um líquido iônico clássico e um complexo ionofílico Fe(II), com a ação catalítica para oxidação, sendo que o ligante é específico para evitar que o Fe(II) não migre para a fase oleosa da mistura de hidrocarbonetos. O poder extrativo seletivo do líquido iônico faz com que haja migração imediata dos compostos heteroatômicos alvo da fase oleosa (fase 1) para a fase iônica (fase 2), onde entram em contato íntimo com o complexo organoferroso combinado ao líquido iônico, maximizando a oxidação dos mesmos.

[0032] O processo aqui revelado permite a remoção seletiva de compostos sulfurados e/ou nitrogenados refratários ao processo de hidrorrefino sem a utilização de condições operacionais severas, sendo conduzido em condições de pressão atmosférica e temperatura brandas durante toda a fase reacional.

[0033] Tal processo utiliza um agente oxidante, preferencialmente o peróxido de hidrogênio, de forma que é efetuada a remoção de compostos sulfurados e nitrogenados, tais como sulfetos orgânicos (por exemplo, dibenzotiofenos) e nitrogenados aromáticos básicos (por exemplo, derivados de piridinas, quinolinas, acridinas, etc), que tipicamente estão presentes nas correntes de hidrocarbonetos de origem fóssil, como diesel, naftas, gasóleos, dentre outros, e são refratários aos processos de remoção de enxofre e nitrogênio de refino normalmente utilizados.

[0034] Os líquidos iônicos utilizados na presente invenção consistem em moléculas derivadas do cátion 1,3-dialquilimidazólio, particularmente no cátion 1-n-butil-3-metilimidazólio (BMI) e nos ânions: tetrafluoroborato (BF_4^-),



hexafluorofosfato (PF_6^-) e bis-trifluorometanosulfonimidato ($\text{N}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2^-$).

[0035] A presente invenção adota preferencialmente o líquido iônico bis-trifluorometanosulfonimidato de 1-n-butil-3-metilimidazólio ($\text{BMI.N}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$) também chamado de N-triflato de 1-n-butil-3-metilimidazólio (BMI.NTf_2), sendo esta nomenclatura adotada daqui adiante no texto. Ao BMI.NTf_2 foi adicionado o complexo organometálico (catalisador) constituído de um cátion de $\text{Fe}(\text{II})$ e um sistema ligante ionofílico.

[0036] O complexo de ferro II com o sistema ligante ionofílico, adotado como catalisador da presente invenção, é um sal orgânico cujo cátion é um sistema ligante ionofílico constituído de moléculas de ligantes L1, L2 e L3, que complexam o cátion $\text{Fe}(\text{II})$. Cada uma destas moléculas ligantes pode ser preparada a partir de um sal de ferro (II) e um sal de cátion orgânico, tendo este cátion pelo menos um átomo de nitrogênio (base de Lewis), integrante de estrutura molecular alifática, ou aromática, ou alicíclica, ou combinação das mesmas.

[0037] Ao líquido iônico selecionado se adiciona o complexo salino de ferro (II) com o sistema ligante ionofílico. Após homogeneizar a mistura, é adicionada uma corrente oleosa de hidrocarbonetos de origem mineral ou sintética, contendo compostos sulfurados e/ou nitrogenados, tais como correntes de destilados leves e médios derivados do petróleo e, por fim, o agente oxidante (peróxido de hidrogênio) é adicionado.

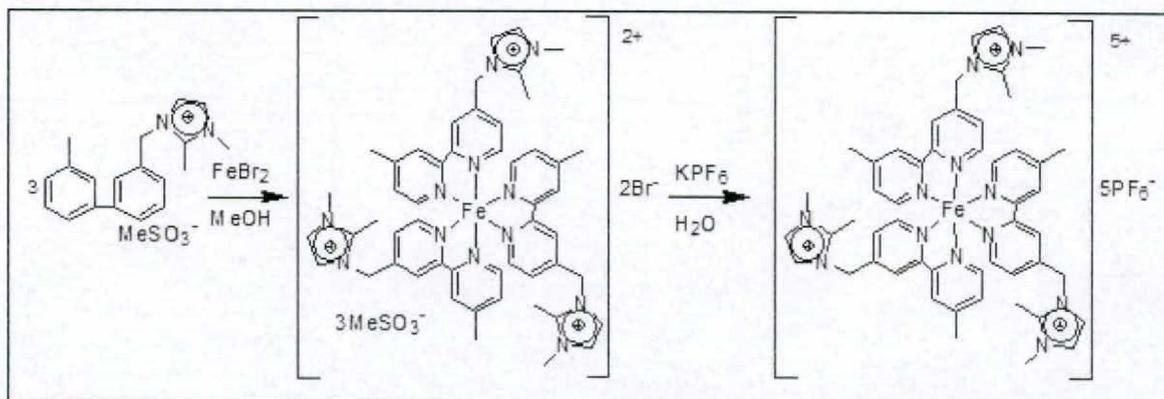
[0038] Essa mistura heterogênea é preferencialmente aquecida em temperaturas que variam de 20 a 150°C e mantida sob agitação a pressão atmosférica por períodos de 5 a 250 minutos. A reação do complexo orgânico de $\text{Fe}(\text{II})$, combinado ao líquido iônico, com o peróxido de hidrogênio gera radicais livres, potencializando a oxidação das espécies alvo, extraídas do óleo pelo líquido iônico.

[0039] O processo de oxidação ocorre na fase do líquido iônico que

retêm os compostos oxidados de enxofre (de maior polaridade) e nitrogênio, permanecendo o hidrocarboneto na fase superior, sendo, assim, extraído o material orgânico sulfurado e/ou nitrogenado indesejado do meio do combustível. O hidrocarboneto pode ser então separado e o líquido iônico reutilizado para o processo de oxidação extrativa de sulfurados e/ou nitrogenados do combustível.

[0040] Neste processo não ocorre lixiviação de cátions de ferro para a fase dos hidrocarbonetos graças ao poder do sistema ligante ionofílico de manter o cátion de ferro na estrutura do complexo intimamente combinado ao líquido iônico adotado.

[0041] Em uma modalidade preferida, o complexo de ferro II pode ser preparado pela reação de brometo de ferro (II) e 4-((2,3-dimetil-imidazol-1-il)metil)-4'-metil-2,2'-bipiridina, com auxílio de um sistema de refluxo, sendo posteriormente estabilizado adicionando-se hexafluorofosfato de potássio (KPF_6). Após esta etapa, deve ser idealmente extraído com diclorometano:acetonitrila em proporção 1:1. O complexo formado é o hexafluorofosfato de [tris-(4-((2,3-dimetil-imidazol-1-il)metil)-4'-metil-2,2'-bipiridina] Ferro(II) - $Fe(dmbpy-Im)_3 PF_6$. Esta síntese é demonstrada na reação apresentada abaixo:



Exemplos

[0042] Os exemplos a seguir ilustram as modalidades do processo de remoção de heteroátomos de correntes de hidrocarbonetos de acordo com presente invenção e de acordo com o estado da técnica.

Exemplo Comparativo

[0043] O combustível modelo contendo o composto de enxofre foi preparado adicionando-se 0,0575 g de dibenzotiofeno em 10 ml de n-octano (solução contendo 1000 ppm do organossulfurado). Logo após, adiciona-se a um balão de 10 ml, 0,5 ml do líquido iônico BMI.NTf₂, a solução do hidrocarboneto (1,3 ml) e, por último, o peróxido de hidrogênio 30% (250 µl). Essa mistura heterogênea é aquecida a 75°C sob agitação magnética durante 2,25 horas a pressão atmosférica. Após o processo de oxidação extrativa, se observa que a extração é de apenas 15% dos compostos sulfurados.

Exemplo 2

[0044] O combustível modelo contendo o composto de enxofre foi preparado adicionando-se dibenzotiofeno e bipyridina em 10 ml de n-octano (solução contendo 1000 ppm do organossulfurado e 1000 ppm do composto nitrogenado). Ao líquido iônico BMI.NTf₂ adicionou-se o complexo de ferro (II) - [Fe(dmbpy-Im)₃]²⁺5PF₆⁻. Logo após, adicionou-se a um balão de 10 ml, 0,5 ml do líquido iônico contendo o complexo, a solução do hidrocarboneto (1,3 ml) e, por último, o peróxido de hidrogênio 30% (250 µl). Essa mistura heterogênea é aquecida a 75°C sob agitação mecânica durante 2,25 horas a pressão atmosférica. Após o processo de oxidação extrativa, se observou a presença de menos de 10 ppm de dibenzotiofeno (DBT) no hidrocarboneto, que corresponde a uma remoção de 99% do composto sulfurado. E além disso, não foi detectada migração do catalisador de ferro para fase óleo.

Exemplo 3

[0045] Em um balão de 10 ml contendo um condensador de refluxo com água a 15 °C, adiciona-se 0,5 ml de líquido iônico BMI.NTf₂ contendo o complexo de ferro (II) com sistema ligante ionofílico, [Fe(dmbpy-Im)₃]²⁺5PF₆⁻, (1.96 x 10⁻² mmol g, 7,5%). A seguir, adiciona-se 1,3 ml de corrente de refino na faixa óleo diesel contendo 113 ppm de S e 80 ppm de N e, por fim, 250 µL de peróxido de

hidrogênio. Essa mistura heterogênea é aquecida a 75°C sob agitação magnética durante 2,25 horas a pressão atmosférica. Após o processo de oxidação extrativa, se observa a remoção de 64% de S e 82% de N, ou seja, a fase do hidrocarboneto apresenta 40 ppm de S e 14 ppm de N.

[0046] Surpreendentemente, foi verificado que quando se adiciona um complexo de ferro (II) com o sistema ligante ionofílico atuando como catalisador no líquido iônico, a eficiência da remoção de compostos sulfurados e/ou nitrogenados das correntes de hidrocarbonetos aumenta consideravelmente, além de assegurar que o cátion de ferro (II) não seja lixiviado para a fase dos hidrocarbonetos, demonstrando a inventividade da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema catalítico para remoção de compostos heteroatômicos de correntes de hidrocarbonetos caracterizado por compreender um líquido iônico com cátion 1,3-dialquilimidazólio, um ânion e um complexo organometálico de ferro (II) , em que o complexo organometálico de ferro (II) é um sistema iônico que consiste de um cátion organometálico de ferro (II) com um sistema ligante ionofílico e um ânion.
2. Sistema catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o 1,3-dialquilimidazólio ser baseado no composto 1-n-butil-3-metilimidazólio.
3. Sistema catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o ânion ser escolhido dentre tetrafluoroborato, hexafluorofosfato e bis-trifluormetanosulfonimidato.
4. Sistema catalítico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o complexo organometálico de ferro II ser preparado a partir de um sal de ferro (II) e um precursor de ligante ionofílico.
5. Sistema catalítico de acordo com a reivindicação 1 e 4, caracterizado por o complexo organometálico de ferro II ser preparado a partir de um sal de brometo de ferro (II) e 4-((2,3-dimetil-imidazol-1-il)metil)-4'-metil-2,2'-bipiridina.
6. Processo de oxidação extrativa para remoção de heteroátomos de correntes de hidrocarbonetos, caracterizado por compreender as etapas de:
 - a) prover uma corrente de hidrocarbonetos de origem mineral ou sintética contendo compostos heteroatômicos para formar a fase I;
 - b) prover o líquido iônico combinado ao complexo organometálico de ferro(II) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5 e adicionar um agente oxidante para formar a fase II;
 - c) promover o contato entre as fases I e II para que aconteça as reações de oxidação dos compostos heteroatômicos; e
 - d) separar a fase I, que compreende a fase de hidrocarbonetos, da fase II, que compreende a fase do líquido iônico combinado ao complexo organoferroso, onde se encontram os compostos heteroatômicos oxidados oriundos da corrente de

hidrocarbonetos.

7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o agente oxidante ser um peróxido.
8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o agente oxidante ser pelo menos um peróxido inorgânico.
9. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o agente oxidante ser peróxido de hidrogênio.
10. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o agente oxidante ser pelo menos um peróxido orgânico.
11. Processo de acordo com a reivindicação 7 6, caracterizado por o agente oxidante ser uma mistura de pelo menos um peróxido orgânico e pelo menos um peróxido inorgânico, em qualquer proporção.
12. Processo de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado por os compostos heteroatômicos compreenderem compostos sulfurados e/ou nitrogenados.
13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado por a reação de oxidação ser realizada a temperatura variando de 50 a 150°C.
14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado por a reação de oxidação ser realizada durante períodos de 5 a 250 minutos.

RESUMO

“SISTEMA CATALÍTICO, E, PROCESSO PARA REMOÇÃO DE COMPOSTOS HETEROÁTOMICOS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS”

A presente invenção descreve um processo de oxidação extrativa para remoção de contaminantes de correntes de hidrocarbonetos usando um líquido iônico combinado a um complexo iônico organometálico de ferro(II), o qual compreende um complexo de cátion de ferro (II) com ligante ionofílico, catalisador de ferro (II) com ligante ionofílico na sua estrutura molecular, cuja oxidação é feita com agente oxidante e catalisada pelo ferro(II) do complexo organometalico presente na fase do próprio líquido iônico.

Além de manter suas características de solvente seletivo de compostos oxidantes, o líquido iônico combinado ao complexo organometalico de ferro (II) com ligante ionofílico que catalítico do agente oxidante, estimulando o fenômeno reativo a acontecer na fase de líquido iônico, e fazendo com que o ferro permaneça estável na fase de líquido iônico, sem ser lixiviado para a fase oleosa. Esta medida resulta em uma melhoria considerável na remoção dos heteroátomos do meio hidrocarboneto.