

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

(21) **PI0704075-0 A2**



\* B R P I O 7 0 4 0 7 5 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 09/11/2007  
(43) Data da Publicação: 08/06/2010  
(RPI 2057)

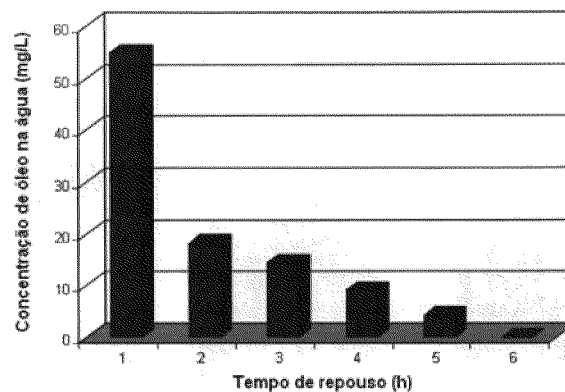
(51) *Int.Cl.:*  
C02F 1/40  
C02F 101/32

(54) Título: **PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA PETROLÍFERA PARA DESCARTE OU REUTILIZAÇÃO**

(73) Titular(es): **Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS**

(72) Inventor(es): **Agenor Jacinto Junior, Marcel Vasconcelos Melo, Oswaldo de Aquino Pereira, Jr.**

(57) **Resumo:** É descrito um processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, para a remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de descartar ou reutilizar esse efluente principalmente em ambiente marítimo. Esse processo de tratamento de efluente compreende uma etapa de mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio de uma emulsão óleo em água, seguida de uma etapa de separação do óleo e da água, a serem realizadas em uma unidade marítima de produção de petróleo.





**PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA  
PETROLÍFERA PARA DESCARTE OU REUTILIZAÇÃO  
CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção pertence ao campo dos processos de  
5 tratamento de efluentes de indústria petrolífera. Mais especificamente a  
presente invenção descreve um processo de tratamento de efluente para a  
remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos,  
benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de  
descartar ou reutilizar esse efluente principalmente em ambiente marítimo.

**10 FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

Um grande problema da indústria petrolífera está relacionado com a  
destinação final da água oleosa produzida concomitantemente ao petróleo  
e dos líquidos de lavagem de equipamentos, instrumentos, unidades de  
produção, dispositivos de armazenamento, entre outros, principalmente  
15 em ambiente marítimo.

Tanto a água oleosa produzida como os líquidos de lavagem  
(considerados efluentes de uma indústria petrolífera) costumam conter  
além de óleo, uma série de contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos,  
benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos.

20 Esses efluentes podem ser descartados em alto mar ou injetados  
em poços injetores para aumentar a recuperação de petróleo contido em  
um reservatório. Porém, antes disso, precisam ser tratados tanto por  
razões ambientais ligadas ao descarte de líquidos em alto mar, como por  
requisitos de processo de injeção de fluidos em poços injetores.

25 Em todo o mundo, a proteção ambiental vem se tornando cada vez  
mais discutida. As legislações sobre esse assunto impõem limites cada  
vez mais rígidos para as substâncias que podem ser lançadas ao mar. Por  
exemplo, no Brasil, o limite para a concentração de óleo em efluentes  
descartados no mar é de 20 mg/L, enquanto que em outras partes do  
30 mundo esse limite é de 40 mg/L. Os contaminantes tóxicos também devem

ser retirados da água produzida antes de descartá-la no mar, mas não são todos os países que tem uma legislação específica definindo os limites máximos de concentração desses contaminantes nos efluentes lançados ao mar. Atualmente, a legislação brasileira ainda não exige remoção  
5 destes contaminantes para descarte em alto mar, mas esta exigência já ocorre no Mar do Norte.

O tratamento prévio de líquidos a serem injetados no reservatório é importante para não prejudicar a taxa de injetividade desse líquido no reservatório. A presença de óleo e sólidos na água produzida contribui  
10 para a formação de depósitos no reservatório. Estes depósitos podem causar perda de injetividade e, conseqüentemente, uma redução na vazão de petróleo.

Existem algumas dificuldades no tratamento de efluentes de uma indústria petrolífera, entre elas a presença de agentes estabilizadores de emulsões óleo em água. Dentre esses agentes estabilizadores podemos  
15 citar o sulfeto ferroso (**FeS**), que é um produto de corrosão por  $H_2S$  em tubulações e em equipamentos de produção. É muito comum a presença de  $H_2S$  nos reservatórios de petróleo em ambiente marítimo, o que aumenta a corrosividade da água produzida concomitantemente ao óleo  
20 contido nesses reservatórios.

A influência do **FeS** na estabilidade de emulsões óleo em água é relevante uma vez que estando em sua forma coloidal (partículas com tamanhos da ordem de nanômetros), este migra para a interface óleo-água formando uma barreira física e elétrica que impede o contato entre as  
25 gotículas de óleo, prejudicando a coalescência e promovendo uma maior estabilização da emulsão óleo em água. Além disso, o tempo de contato da interface óleo-água afeta significativamente a estabilidade da emulsão. À medida que a interface óleo-água “envelhece”, a adsorção de substâncias emulsionantes (como asfaltenos e aromáticos polinucleados)  
30 se completa e a rigidez da película interfacial aumenta. Como

conseqüência, uma emulsão “envelhecida” associada à existência de agentes estabilizadores sob forma coloidal confere ao efluente oleoso uma elevada estabilidade, resultando em um efluente de difícil tratamento por técnicas convencionais.

5 Um exemplo de tratamento de líquido proveniente da indústria petrolífera utilizado nos dias de hoje pelas organizações é descrito no documento de patente brasileiro PI 9509389. No referido documento é descrito um método de tratamento de água contaminada por óleo em unidades de produção de petróleo. O método descrito utiliza agitadores mecânicos e dois produtos químicos para promover a floculação e uma quantidade de ar para a flotação do material contaminante. Desta forma, o método descrito apresenta complexidades na sua operação, uma grande quantidade de gás dissolvido no fluxo, e necessidade de alto investimento para desenvolvimento do método de tratamento. Além disso, todo este tratamento convencional só remove sólidos e óleo disperso, permitindo a passagem para o meio ambiente receptor, de todos os contaminantes tóxicos presentes no efluente, devido a presença de derivados solúveis não removidos pela referida técnica.

20 O documento de patente norte-americano US 5,207,920 descreve um equipamento para separação de fluidos ou partículas de fluidos em solução por meio da ação da força centrífuga juntamente com a ação de um gás de flotação. Dito equipamento promove a separação das gotículas de óleo dispersas com o mínimo de movimentos das ditas gotículas de maneira a minimizar os efeitos do mecanismo funcional. Embora tal técnica de tratamento represente um avanço em relação à técnica anterior por utilizar equipamentos compactos e sem partes móveis para uso em ambiente marítimo, também não contempla a remoção de contaminantes tóxicos solúveis presentes no efluente nem é capaz de tratar satisfatoriamente emulsões óleo em água estabilizadas por colóides de sulfeto ferroso.

Portanto, é de conhecimento que os métodos e equipamentos do estado da técnica apresentam como deficiência a não retirada de contaminantes tóxicos solúveis como sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, presentes em efluentes de indústrias petrolíferas, especialmente em ambiente marítimo. Adicionalmente, em função da alta estabilidade das emulsões de óleo em água conferida pela presença de materiais coloidais e particulados finamente divididos, as técnicas de tratamento convencionais não são capazes de remover satisfatoriamente óleo disperso desses efluentes. Na indústria de petróleo, principalmente em instalações antigas, materiais coloidais provenientes de processos corrosivos tais como sulfeto ferroso e óxido ferroso atuam majoritariamente neste efeito.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A presente invenção descreve um processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, para a remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de descartar ou reutilizar esse efluente principalmente em ambiente marítimo.

Esse processo de tratamento de efluente compreende uma etapa de mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio de uma emulsão óleo em água, seguida de uma etapa de separação do óleo e da água, a serem realizadas em uma unidade marítima de produção de petróleo.

A mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio da emulsão é conseguida por intermédio de uma ou mais reações de oxi-redução, mediante a adição de agentes oxidantes específicos (peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) ou hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ), por exemplo).

Com a mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio, há também a oxidação dos contaminantes tóxicos solúveis derivados do petróleo, que migram para a fase oleosa do efluente tratado e são separados da água juntamente com o óleo, reduzindo assim a toxicidade

final do efluente. Esse processo de tratamento de efluentes minimiza os efeitos poluidores, diminuindo os custos operacionais e os riscos de impacto ambiental.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

5 As características do processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, objeto da presente invenção, serão melhor percebidas a partir da descrição detalhada que se fará a seguir, a mero título de exemplo, associada ao desenho abaixo referenciado, o qual é parte integrante do presente relatório.

10 A **FIGURA 1** anexa ilustra a análise de concentração de óleo na água antes e após a adição de um agente oxidante, em função do tempo de residência para a água produzida em uma unidade marítima de um primeiro campo de produção de petróleo, aqui nesse texto referenciada como “plataforma A”.

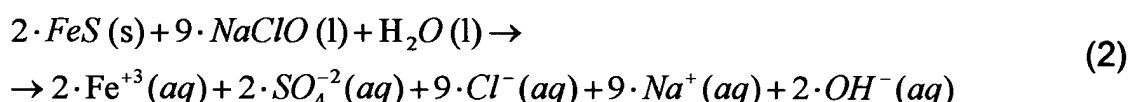
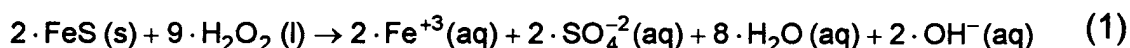
### **15 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

O processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, objeto da presente invenção, descreve um processo de tratamento de efluente para a remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de descartar ou reutilizar esse efluente, principalmente em ambiente marítimo.

Esse processo de tratamento de efluente compreende uma etapa de mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio de uma emulsão óleo em água, seguida de uma etapa de separação do óleo e da água, a serem realizadas em uma unidade marítima de produção de petróleo.

25 O principal agente que dificulta o tratamento de efluentes de uma indústria petrolífera pelos métodos tradicionais é o sulfeto ferroso (**FeS**). Citado anteriormente, o sulfeto ferroso sob a forma coloidal é responsável por uma alta estabilidade da emulsão óleo em água presente nos efluentes de uma indústria petrolífera.

De acordo com o processo de tratamento proposto por essa invenção, o sulfeto ferroso (**FeS**) pode mudar sua forma coloidal para uma forma solúvel reagindo com agentes oxidantes (**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** ou **NaClO**) pelas reações 1 ou 2, mostradas abaixo:



5 A mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio permite a coalescência das gotículas de óleo pela desestabilização da emulsão e a separação das fases, reduzindo, portanto, a concentração de óleo no efluente.

Além da redução da concentração de óleo no efluente, a mudança  
10 das condições termodinâmicas de equilíbrio promove também a oxidação dos contaminantes tóxicos solúveis derivados do petróleo, que migram para a fase oleosa do efluente tratado e são separados da água juntamente com o óleo, reduzindo assim a toxicidade final do efluente.

As etapas do processo de tratamento de efluentes de uma indústria  
15 petrolífera, proposto por essa invenção, compreendem:

a) bombear um efluente, contendo uma emulsão óleo em água e contaminantes tóxicos solúveis, proveniente de um primeiro tanque de armazenamento por uma primeira linha de alimentação;

20 b) bombear um agente oxidante proveniente de um segundo tanque de armazenamento por uma segunda linha de alimentação;

c) confluir a primeira linha de alimentação e a segunda linha de alimentação em uma terceira linha de alimentação para promover uma primeira mistura entre o efluente e o agente oxidante;

25 d) verter a mistura entre o efluente e o agente oxidante proveniente da terceira linha de alimentação em um equipamento misturador, preferencialmente um flocculador pneumático;

e) promover a agitação da mistura entre o efluente e o agente oxidante para que ocorra pelo menos uma reação de oxi-redução e a conseqüente desestabilização da emulsão óleo em água;

5 f) conduzir o conteúdo do equipamento misturador por meio de uma linha de transferência para um equipamento separador, preferencialmente um flotador;

10 g) separar o efluente tratado, por meio do equipamento separador, em duas fases distintas: uma primeira fase contendo predominantemente água e uma segunda fase contendo óleo e os contaminantes tóxicos solúveis.

O equipamento misturador do tipo flocculador pneumático, sugerido na presente invenção, trata-se de um misturador estático tipo serpentina que recebe uma injeção de gás natural para promover a turbulência necessária para a mistura do efluente e do agente oxidante. A injeção de  
15 gás natural, além de proporcionar uma boa mistura, também propicia a formação de agregados envolvendo bolhas de gás natural e gotículas de óleo desestabilizadas em função da adição do agente oxidante.

O tipo do agente oxidante ( $H_2O_2$  ou  $NaClO$ ) é escolhido através de testes de bancada na própria unidade marítima de acordo com a  
20 composição do efluente previamente caracterizado por testes em laboratório. A caracterização química e físico-química serve para identificar a concentração de sólidos (suspensos e coloidais), de óleo disperso e de contaminantes tóxicos solúveis presentes no efluente a ser tratado. Os testes de bancada além de definir o tipo do agente oxidante a ser utilizado,  
25 também indicam a dosagem ótima desse agente para o tratamento do efluente.

O ajuste da dosagem ótima do agente oxidante e o tempo de reação ideal para o tratamento do efluente pode ser feito por testes em escala piloto na própria unidade marítima. Para isso, uma fração do efluente  
30 passa pelo processo de tratamento descrito acima, recebendo diferentes

dosagens do agente oxidante com valores próximos da dosagem ótima definida pelos testes de bancada.

5 Nestes testes em escala piloto são tomadas amostras na entrada (efluente a ser tratado) e na saída do processo (água tratada), para medir a concentração de óleo e contaminantes presentes e assim avaliar o comportamento do agente oxidante em condições operacionais. Caso seja necessário, é realizado então o ajuste na dosagem ótima do agente oxidante.

10 O equipamento separador do tipo flotador, sugerido na presente invenção, responsável pela separação dos agregados envolvendo as bolhas de gás natural e as gotículas de óleo desestabilizadas, pode ser substituído alternativamente por vasos degaseificadores convencionais ou tanques gravitacionais adaptados para separação de gás. No caso de ausência destes equipamentos ou por questões de limitação de espaço na unidade marítima, podem ser projetados separadores ciclônicos cilíndricos para a vazão de efluente a ser tratado. Nos separadores do tipo flotador a fase rica em óleo e gás é removida pela saída de topo enquanto que a fase contendo predominantemente água é removida pelo fundo do equipamento.

20 O processo de tratamento da presente invenção envolve equipamentos que podem perfeitamente ser utilizados em uma unidade marítima, sem interferir nas demais instalações necessárias para a produção de petróleo em alto mar.

25 A água tratada, por causa de seus baixos níveis de concentração de óleo e de contaminantes tóxicos solúveis, pode ser destinada a diversos fins, dentre eles o descarte seguro em alto mar e a injeção em poços injetores de fluido para a recuperação de petróleo. Outro destino que pode ser dado a água tratada pelo processo aqui descrito é a irrigação de plantações de culturas não comestíveis costa adentro, como por exemplo, a cultura de mamona.

30

A presente invenção será ilustrada a seguir por um Exemplo, que não deve ser considerado limitativo.

### **EXEMPLO**

O processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para  
5 descarte ou reutilização foi testado em planta piloto em uma unidade  
marítima de um primeiro campo de produção de petróleo, doravante  
referenciada como “plataforma A”; e em escala de bancada em uma  
unidade marítima de um segundo campo de produção de petróleo, neste  
exemplo referenciada como “plataforma B”.

10 Os contaminantes tóxicos solúveis foram monitorados quanto a  
eficiência de remoção por intermédio de análises químicas específicas a  
cada um de acordo com metodologias atualmente praticadas e  
recomendadas no meio científico internacional.

A **Figura 1** compara as análises de concentração de óleo disperso  
15 antes e depois da adição do agente oxidante peróxido de hidrogênio na  
água produzida bruta da “plataforma A”, em função do tempo de repouso.  
Nota-se que, a partir da referida adição (tempo de repouso igual a 1 hora),  
ocorreu uma queda na concentração do óleo na água produzida (tempo de  
repouso igual a 2, 3, 4 e 5 horas), chegando a valores próximos de zero  
20 (tempo de repouso igual a 6 horas). Esta queda ratifica a oxidação dos  
agentes estabilizadores sob forma coloidal (principalmente o sulfeto  
ferroso), permitindo uma rápida separação da fase oleosa via processo  
gravitacional.

Adicionalmente, a **Tabela 1** compara a qualidade da água produzida  
25 na “plataforma A” em relação a concentração de benzenos, toluenos e  
xilenos antes e após o tratamento com peróxido de hidrogênio. Verifica-se  
também uma redução na concentração destas espécies na água após o  
tratamento, refletindo uma menor toxicidade da mesma. Ainda na **Tabela**  
**1**, cabe dizer que a Amostra 1 representa o efluente antes do tratamento e  
30 Amostra 2 representa a água tratada.

**TABELA 1**

MÉTODO		AMOSTRAS	
		Amostra 1	Amostra 2
Data ensaio		Resultado (µg/L)	Resultado (µg/L)
Ensaio	LDM	Resultado (µg/L)	Resultado (µg/L)
Benzeno	0,2	135,8	ND
Tolueno	0,1	9,2	0,2J
Etilbenzeno	0,1	5,7	ND
m+p-Xileno	0,1	5,4	ND
o-Xileno	0,1	4,6	ND

Na Tabela 1, a sigla “ND” significa que o contaminante tóxico analisado não foi detectado na amostra. A sigla “J” significa que o analito foi detectado, mas está abaixo do Limite de Detecção do Aparelho (3,3 LDMs). E a sigla “LDM” representa o Limite de Detecção do Método.

A Tabela 2 compara as análises de concentração de óleo disperso da água produzida da “plataforma B” antes e após a adição do oxidante hipoclorito de sódio em função do tempo de residência. Assim como no caso anterior, a adição de um agente oxidante, no caso agora o hipoclorito de sódio, tem papel decisivo na desestabilização química da emulsão, permitindo o tratamento da água mediante baixos tempos de residência. Em referência a Tabela 2 vale ressaltar que a concentração de óleo na água bruta era de 57 ppm.

**TABELA 2**

Concentração de hipoclorito de sódio (ppm)	Concentração de óleo na água (ppm)			
	0 horas	1 hora	2 horas	4 horas
50	24,7	4,2	Zero	-
150	16,0	2,6	Zero	-
300	11,7	1,6	Zero	0,5
500	4,5	1,6	Zero	-

Adicionalmente, a **Tabela 3** compara a qualidade da água produzida na “plataforma B” em relação a concentração de sulfeto antes (amostra número 1) e depois do tratamento (demais amostras) utilizando peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio como agentes oxidantes. As amostras foram analisadas com 60 minutos de repouso após a dosagem do agente oxidante. Verifica-se também uma redução na concentração destas espécies na água após o tratamento, refletindo uma menor toxicidade da mesma.

**TABELA 3**

<b>Nº</b>	<b>AMOSTRA</b>	<b>SULFETO (mg/L)</b>
1	Água produzida sem tratamento (bruta)	3,6
2	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 20 ppm	1,6
3	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 40 ppm	1,6
4	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 60 ppm	1,2
5	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 80 ppm	0,84
6	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 100 ppm	0,24
7	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 120 ppm	0,63
8	Água produzida + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 150 ppm	0,66
9	Água produzida + hipoclorito 50 ppm	0,94
10	Água produzida + hipoclorito 300 ppm	0,55
11	Água produzida + hipoclorito 500 ppm	0,72

A descrição que se fez até aqui do processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, objeto da presente invenção, deve ser considerada apenas como uma possível concretização, e quaisquer características particulares nela introduzidas devem ser entendidas apenas como algo que foi escrito para facilitar a compreensão. Desta forma, não podem de forma alguma ser consideradas como limitantes da invenção, a qual está limitada ao escopo das reivindicações que seguem.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para a remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de descartar ou reutilizar esse efluente, principalmente em ambiente marítimo, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

a) bombear um efluente, contendo uma emulsão óleo em água e contaminantes tóxicos solúveis, proveniente de um primeiro tanque de armazenamento por uma primeira linha de alimentação;

b) bombear um agente oxidante proveniente de um segundo tanque de armazenamento por uma segunda linha de alimentação;

c) confluir a primeira linha de alimentação e a segunda linha de alimentação em uma terceira linha de alimentação para promover uma primeira mistura entre o efluente e o agente oxidante;

d) verter a mistura entre o efluente e o agente oxidante proveniente da terceira linha de alimentação em um equipamento misturador;

e) promover a agitação da mistura entre o efluente e o agente oxidante para que ocorra pelo menos uma reação de oxi-redução e a conseqüente desestabilização da emulsão óleo em água;

f) conduzir o conteúdo do equipamento misturador por meio de uma linha de transferência para um equipamento separador;

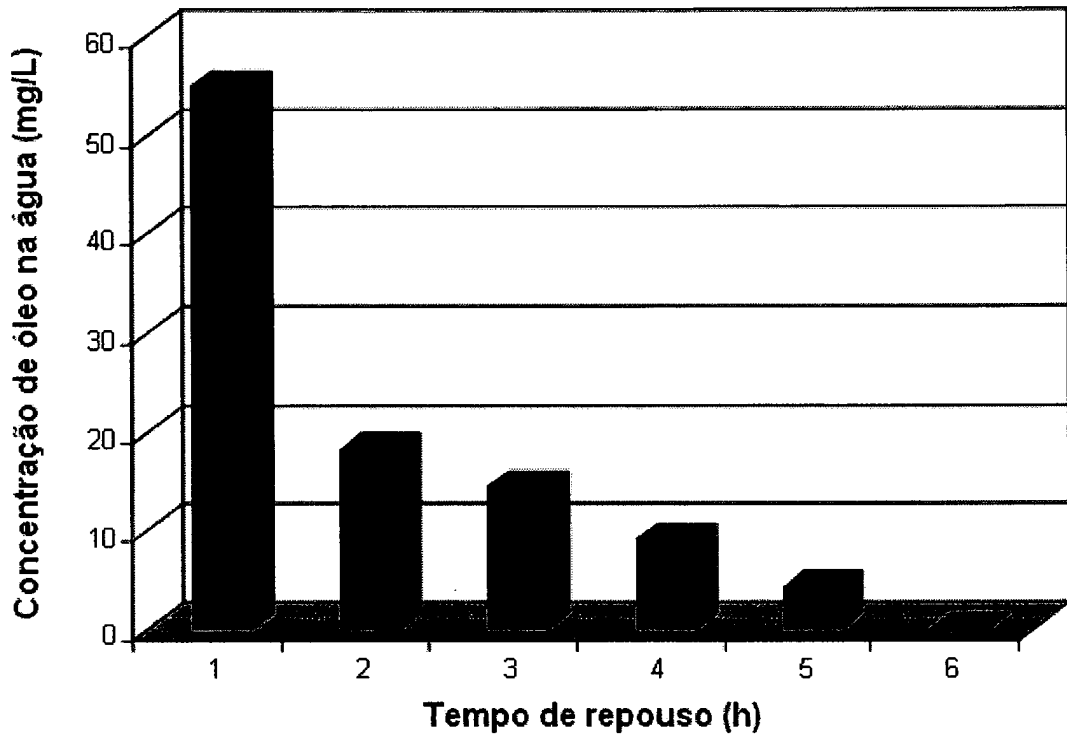
g) separar o efluente tratado, por meio do equipamento separador, em duas fases distintas: uma primeira fase contendo predominantemente água e uma segunda fase contendo óleo e os contaminantes tóxicos solúveis.

2. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o agente oxidante poder ser uma das seguintes substâncias:

a) peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ );

b) hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ).

3. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o agente oxidante poder ser  
5 escolhido através de testes de bancada na própria unidade marítima de acordo com a composição do efluente previamente identificados por testes em laboratório.
4. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o agente oxidante ter sua  
10 dosagem ótima ajustada por meio de testes em escala piloto na própria unidade marítima.
5. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a reação de oxi-redução ter seu tempo de reação ideal definido por meio de testes em escala piloto  
15 na própria unidade marítima.
6. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o equipamento misturador poder ser um flocculador pneumático.
7. Processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o equipamento separador  
20 poder ser um dos seguintes equipamentos:
- a) flotores;
  - b) vasos degaseificadores convencionais;
  - c) tanques gravitacionais adaptados para separação de gás;
  - 25 d) separadores ciclônicos cilíndricos.



**FIG. 1**

**RESUMO****PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA  
PETROLÍFERA PARA DESCARTE OU REUTILIZAÇÃO**

É descrito um processo de tratamento de efluentes de indústria petrolífera para descarte ou reutilização, para a remoção de óleo e outros contaminantes tóxicos solúveis como: sulfetos, benzenos, toluenos, xilenos e hidrocarbonetos poli-aromáticos, antes de descartar ou reutilizar esse efluente principalmente em ambiente marítimo. Esse processo de tratamento de efluente compreende uma etapa de mudança das condições termodinâmicas de equilíbrio de uma emulsão óleo em água, seguida de uma etapa de separação do óleo e da água, a serem realizadas em uma unidade marítima de produção de petróleo.