



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

(21) **PI0707699-1 A2**



* B R P I 0 7 0 7 6 9 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 07/02/2007
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)

(51) *Int.Cl.:*
E21B 43/16
E21B 43/18

(54) Título: **INJEÇÃO DE GÁS DE COMBUSTÃO ENRIQUECIDO COM DIÓXIDO DE CARBONO PARA RECUPERAÇÃO DE HIDROCARBONETO**

(30) Prioridade Unionista: 07/02/2006 US 60/765,749

(73) Titular(es): COLT ENGINEERING CORPORATION, DIAMOND QC TECHNOLOGIES INC., PARAMOUNT RESOURCES LTD.

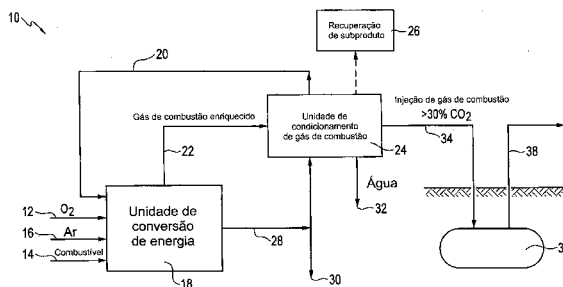
(72) Inventor(es): Gary Bunio, Steve Kresnyak

(74) Procurador(es): DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA

(86) Pedido Internacional: PCT CA2007000173 de 07/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/090275 de 16/08/2007

(57) Resumo: INJEÇÃO DE GÁS DE COMBUSTÃO ENRIQUECIDO COM DIÓXIDO DE CARBONO PARA RECUPERAÇÃO DE HIDROCARBONETO. A presente invenção refere-se a um processo de recuperação acentuada de óleo e gás. Um gás de combustão enriquecido é sintetizado a partir de utilidade de gás de combustão de usina elétrica. O gás de combustão enriquecido é personalizável para exigências específicas; contudo, o gás formado apresenta uma alta concentração de dióxido de carbono. Este é usado como uma injeção para acentuar a liberação de gás e/ou óleo de formações subterrâneas. A injeção eleva a recuperação enquanto sequestra dióxido de carbono da fonte de usina elétrica.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "INJEÇÃO DE GÁS DE COMBUSTÃO ENRIQUECIDO COM DIÓXIDO DE CARBONO PARA RECUPERAÇÃO DE HIDROCARBONETO".

Campo Técnico

5 A presente invenção refere-se à recuperação acentuada de hidrocarboneto. Mais especificamente, a presente invenção refere-se à recuperação acentuada de óleo e gás e seqüestro de dióxido de carbono usando gás de combustão enriquecido com dióxido de carbono.

Antecedentes da Técnica

10 Gás de estufa tornou-se uma preocupação que aumenta progressivamente no meio ambiente e acredita-se estar contribuindo para padrões não-característicos de tempo e flutuações de temperatura.

As fontes antropomórficas de dióxido de carbono são amplamente de uso industrial e automotivo. Em termos da fonte industrial, usinas geradoras de energia elétrica fatoram pesadamente na equação. Como são típicas, usinas elétricas norte-americanas empregam carvão, gás natural, óleo combustível, *inter alia*, para criar vapor sob alta pressão que é em seguida usado para acionar turbinas a vapor ou usado em motores a diesel e turbina a gás diretamente de produção de força elétrica. Essas, naturalmente, criam emissões de dióxido de carbono, exacerbando o problema de emissões.

20 Vários estudos e tentativas foram recentemente desenvolvidos para levar vantagem dos volumes de dióxido de carbono para recuperação acentuada de óleo e gás em formações subterrâneas. Sabe-se bem que tais formações, apesar de ter sido anteriormente produzidas ao grau mais economicamente praticável, todavia contêm vastas reservas de óleo e gás. Injeção de gás de combustão tem presentemente proporcionado um caminho economicamente viável para continuar a produzir as formações uma vez produzidas. Como uma característica concomitante, dióxido de carbono pode ser seqüestrado na formação eliminando desse modo preocupações de manuseio e assegurando complacência com as exigências rigorosas do acordo de Kyoto.

30 Processos de recuperação acentuada de hidrocarbonetos usam gases miscíveis e imiscíveis tais como gás natural, líquidos de gás natural,

dióxido de carbono, nitrogênio, ou gases de combustão através de combustão que mantêm pressão, repressurizados ou expandem-se em um reservatório para impulsionar óleo ou gás natural adicional para a perfuração de poços, ou uso do mesmo ou outros gases para dissolver no óleo para baixar sua viscosidade e aumentar sua vazão.

Captura e armazenagem permanente de dióxido de carbono em formações geológicas tornam-se uma opção progressivamente popular de seqüestro de emissões de dióxido de carbono a partir de processos industriais e geração de força ativada por carvão. O Governo dos Estados Unidos está atualmente desenvolvendo políticas para incentivar seqüestro geológico com a visão de redução de emissão a longo prazo.

Os custos relacionados com captura de dióxido de carbono a partir de usinas elétricas, e fontes de dióxido de carbono de alta pureza são altos, entre 20 e 200 dólares americanos por tonelada métrica de emissões de dióxido de carbono. Captura e seqüestro de 90 por cento do dióxido de carbono de uma nova usina elétrica nos Estados Unidos estima-se adicionar 0,02 dólar americano por quilowatt-hora ao custo da eletricidade, com 75 a 80 por cento do custo para a captura, tratamento e injeção. Considerando que tecnologia de captura é um aspecto crítico de projeto de usina, instalar tecnologia de captura sob facilidades existentes apresenta custos muito altos. A presente invenção não apenas aborda captura, mas adicionalmente resulta em recuperação econômica de hidrocarbonetos anteriormente não-economicamente recuperáveis e proporciona energia de excesso utilizável.

Aplicabilidade Industrial

Os aspectos da invenção são aplicáveis na indústria de óleo e gás.

Descrição da Invenção

Conseqüentemente, um objetivo da presente invenção é proporcionar um método de recuperação de óleo e/ou gás terciário aperfeiçoado usando um gás de combustão enriquecido com CO₂, cujo método é observante de preocupações de gás de estufa. Um objetivo adicional importante de uma modalidade da presente invenção é proporcionar um mecanismo de

seqüestro de dióxido de carbono.

Um objetivo adicional de uma modalidade da presente invenção é proporcionar um método de acentuar produção de óleo e gás de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende proporcionar uma unidade de conversão de energia, recuperando gás de combustão da unidade de conversão de energia, recirculando o gás de combustão para essa unidade de conversão de energia para formar um vapor enriquecido com dióxido de carbono, e injetando o vapor enriquecido com dióxido de carbono na formação subterrânea para recuperar pelo menos um do gás e óleo.

De acordo com um outro objetivo de uma modalidade da presente invenção, proporciona-se um método para acentuar produção de óleo e gás a partir de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende proporcionar uma unidade de conversão de energia, proporcionando uma fonte de gás de combustão, recirculando o gás de combustão para a unidade de conversão de energia para formar uma corrente enriquecida com dióxido de carbono, e injetando o vapor enriquecido com dióxido de carbono na formação subterrânea para seqüestro de dióxido de carbono na formação.

Convenientemente, em termos do uso de combustível para o processo, o método pode utilizar qualquer fonte econômica de combustível, tais como gás natural, gás ácido, gás de solução, combustível diesel, óleo pesado, betume, resíduo de vácuo, asfalteno, carvão, coque de petróleo (*petcoke*), biomassa ou qualquer produto de resíduo combustível adequado. Por razões econômicas, prefere-se que a matéria-prima (*feedstock*) para o combustível seja uma fonte de baixo custo, tal como, de uma fração de betume pesado ou extrapesado ou óleo pesado, tal como resíduo atmosférico ou vácuo, asfalteno ou resíduo craqueado (*visbroken residue*). Essas matérias-primas são usadas para criar o óleo *Multiphase Superfine Atomized Residue (MSAR®)* em combustível de emulsão em água. Esse combustível alternado é emulsificado na fase aquosa contínua de 10 a mais de 35% em peso para criar um combustível líquido facilmente manuseado que apresenta

características similares de queima como gás natural. O óleo pesado é pré-disperso em água com química de tensoativo para produzir um tamanho de gotícula consistente. O benefício imediato é que o combustível alcança mais de 99,99% de queima (*burnout*) de carbono com características similares de queima como é o caso de gás natural, em termos de comprimento da chama e fluxo térmico radiante. O benefício líquido é que a fração menos valiosa da matéria-prima é feita para um combustível útil que pode ser diretamente adaptado para uma caldeira ou forno de gás natural como uma substituição economicamente viável de gás natural dispendiosa.

Essas e outras características, aspectos e vantagens da presente invenção tornam-se melhor entendidas com relação à descrição seguinte e figuras anexas.

Breve Descrição das figuras

A figura 1 é uma ilustração esquemática do sistema total da presente invenção de acordo com uma primeira modalidade;

a figura 2 é uma ilustração esquemática do sistema total da presente invenção de acordo com uma segunda modalidade;

a figura 3 é uma representação gráfica da exigência de oxigênio para enriquecimento com dióxido de carbono de gás de combustão em uma base seca; e

a figura 4 é uma representação gráfica da exigência de oxigênio para enriquecimento com dióxido de carbono de gás de combustão em uma base úmida.

Para o propósito da presente invenção, os seguintes termos são definidos abaixo.

GHG refere-se a gás de estufa;

FGT refere-se a tratamento de gás de combustão;

FGR refere-se à recirculação de gás de combustão; HP refere-se à alta pressão;

BFW refere-se à água alimentadora de caldeira;

OTSG refere-se a uma vez por meio de gerador a vapor; e

ECU refere-se à unidade de conversão de energia.

Modos de Realização da Invenção

Referindo-se agora à figura 1, é mostrada uma ilustração esquemática de uma possível modalidade do aparelho para prática do método. Número 10 globalmente denota os elementos.

5 Uma operação de unidade de separação do ar (não mostrada) na figura 1, separa oxigênio e nitrogênio em uma corrente de ar para proporcionar 90% ou gás oxigênio de maior pureza 12 para uso no processo. Essa é exemplar; variações são possíveis dependendo da situação. Combustível 14, que poderá ser selecionado dos exemplos não-limitativos de gás natural, 10 gás ácido, gás de solução, óleo combustível, combustível diesel, combustível de emulsão, resíduo, biomassa, carvão e coque de petróleo (*petcoke*), é misturado com oxigênio 12 e 16 formando uma mistura de combustível para introdução em uma unidade de conversão de energia, genericamente representada por número 18. A unidade de conversão de energia poderá compreender 15 qualquer dispositivo adequado tal como um circuito gerador de vapor de ciclo simples, convencional ou supercrítico com um gerador elétrico de turbina a vapor adequado ou compressores acionados por turbina a vapor. Outros arranjos adequados incorporam uma unidade simples, ou combinada de cogeração (*cogen*) de turbina a gás modificada com um gerador de vapor 20 de recuperação térmica (HRSG). Uma possibilidade adicional poderá ser um motor a diesel de velocidade lenta acionando um gerador elétrico e/ou compressor a gás. A unidade específica ou combinação de unidades dependerá dos parâmetros de projeto.

Como um exemplo, de sítios específicos de produção de hidro- 25 carboneto, uma facilidade de geração elétrica típica seria dimensionada na faixa de 10 a 500 megawatts ou em fases desse tamanho adequadas a satisfazer demandas de força e criar volumes de injeção de dióxido de carbono suficientes para a recuperação acentuada de hidrocarboneto. Os dispositivos acionados a vapor notados acima poderão também incluir de uma vez geradores a vapor (OTSG), caldeiras acondicionadas convencionais, caldeiras de 30 utilidade convencional e caldeiras de leito fluido circulante (CFBs) dimensionadas para atender à exigência de vapor para a geração de força elétrica.

Um circuito de recirculação de gás de combustão 20 é incorporado no sistema de enriquecimento com dióxido de carbono. Sabe-se bem que um benefício de FGR é a redução de gás nitrogênio no gás de combustão e desse modo à formação de compostos NOx com o benefício concomitante de um aumento na concentração de dióxido de carbono no gás de combustão. As representações gráficas nas figuras 3 e 4 representam alteração composicional para o gás de combustão de variações no teor de oxigênio. Como um exemplo, o gráfico na figura 3 ilustra a vantagem clara na quantidade de dióxido de carbono atribuída a uma alta concentração de oxigênio resultante do processo de ciclagem por meio da unidade de conversão de energia. A figura 4 demonstra os mesmos dados em uma base úmida.

Como será avaliado com um aumento de oxigênio para razão de ar de combustão de uma concentração fixa de oxigênio, a temperatura pode tornar-se elevada na medida em que parâmetros de projeto da caldeira/equipamento térmico podem-se exceder. Para contrapor-se a essa limitação, o circuito de recirculação de gás de combustão pode recircular uma corrente de combustão de volta à unidade de conversão de energia 18 para extinção térmica. Como será avaliada, a quantidade de recirculação de gás de combustão dependerá dos parâmetros operacionais do equipamento. Isso imediatamente resulta em vantagens significativas, a saber:

- a) eficiência acentuada da caldeira e operação;
- b) maior facilidade para o projetista com relação a reajustamento ("*retrofitting*") de usinas existentes para o processo sem reengenharia extensiva ou substituição de equipamento;
- c) eficiência aperfeiçoada de combustão térmica;
- d) emissões de NOx reduzidas; e
- e) segurança aperfeiçoada;

Retornando ao processo total, a corrente 22 que sai da unidade de conversão 18, agora uma corrente de gás de combustão enriquecida, poderá em seguida ser tratada em qualquer número de etapas, globalmente denotada por unidade de condicionamento de gás de combustão numericamente representada por 24. Geralmente, o gás de combustão, dependendo

do ensaio do combustível poderá conter além de CO₂, tais componentes principais como CO, H₂, O₂ em excesso, SO₂, SO₃, NO_x, N₂, fuligem, cinzas, metais de vapor d'água, etc. O tratamento poderá envolver desparticulação ou remoção de cinzas volantes, desidratação de gás de combustão, extin-
5 ção, dessulfurização de gás de combustão e compressão, remoção de NO_x, recuperação de subproduto ou qualquer combinação destes.

Além disso, baseado em mérito econômico, métodos adicionais poderão ser usados para recuperar os subprodutos úteis e valiosos denota-
dos por número 26, tais como CO, H₂, SO₂, água e metais pesados em rela-
10 ção a outras especulações comerciais comuns àqueles versados na técnica. Como uma clarificação adicional, a unidade de conversão de energia 18 poderá ser operada com combustão do combustível em um modo subestequi-
ométrico, estequiométrico ou oxigênio de excesso. Diferentes subprodutos
podem ser gerados no gás de combustão enriquecido dependendo das exi-
15 gências específicas. Tipicamente, prefere-se que o modo seja próximo de estequiométrico para produzir a maior concentração de dióxido de carbono no gás de combustão enriquecido. Em alguns exemplos, poderá ser desejável utilizar os subprodutos no projeto de gás de combustão.

A energia útil 28 gerada pela unidade de conversão de energia
20 18 como um exemplo, poderá ser força elétrica ou acionador direto para comprimir o gás de combustão enriquecido e/ou ar de combustão/oxigênio nas operações da unidade de condicionamento de gás de combustão 24. Dependendo do equilíbrio de projeto dos componentes e do volume exigido das injeções enriquecidas com gás de combustão, energia de excesso 30
25 poderá ser criada e vendida para mercados comerciais como força elétrica de excesso.

Água residual 32 descarregada da unidade de condicionamento de gás de combustão 24 poderá ser reutilizada em outros processos. Gás de combustão para injeção condicionada é transportado via linha 34 para a for-
30 mação subterrânea 36. O gás de combustão de injeção poderá conter mais de 30% em volume de dióxido de carbono; contudo, este se alterará dependendo da composição da formação 36, de acordo com a figura 2 e figura 3.

A formação 36 poderá conter qualquer um ou todos de óleo, betume, óleo pesado, gás natural, líquidos de gás natural ou poderá ser usada puramente para seqüestro de gás de combustão.

5 Os hidrocarbonetos recuperados deixam formação 36 via linha 38 e poderão ser submetidos a processamento adicional. Esta é uma etapa opcional.

A composição do gás de combustão tratado é variável e dependerá da natureza específica do teor e das propriedades físicas e químicas da formação. Avaliar-se-á que a composição de gás de combustão tratada poderá exigir alteração composicional dinamicamente à medida que a formação se altera com o tempo. Como um exemplo, a composição pode ser 50% de dióxido de carbono e 50% de nitrogênio a 70% de dióxido de carbono e 30% de nitrogênio a 100% de dióxido de carbono.

15 Voltando à figura 2, é mostrada uma variação no processo total, em que uma unidade de recuperação térmica 23 é interposta no circuito entre a unidade de conversão de energia 18 e a unidade de condicionamento de gás de combustão 24. Nessa variação a unidade de recuperação térmica 23 é empregada para equilibrar a energia produzida e maximizar a eficiência térmica do método de ciclo combinado. Esse arranjo proporciona o uso de 20 acionadores principais, por exemplo, turbinas a gás e motores a diesel. A unidade de recuperação térmica 23 poderá ser empregada para gerar vapor adicional de geração de força elétrica ou ser usada para preaquecimento de água, ar de combustão ou oxigênio para elevar a eficiência de energia do método.

25 A tecnologia apresentada tem a vantagem de acentuar recuperação dos valores, originalmente apropriada, um mínimo de 5%; esse representa um vasto aumento nas economias de recuperação. Esta é adicionalmente aumentada pela geração de força e/ou corrente elétrica de excesso.

30 Em resumo, unificando os conceitos de sintetização de um gás de combustão enriquecido para injeção em uma formação de hidrocarboneto, as seguintes vantagens adicionais são realizadas:

- i) redução de emissão particulada;

- ii) queima de carbono aperfeiçoada;
- iii) uma redução de teor de N no gás de combustão resultante em uma redução no volume maior que 60%;
- iv) benefício econômico de aumento de produção de hidrocarbo-
- 5 neto;
- v) a ausência de oleodutos e dispositivos de compressão para o gás de combustão;
- vi) auto-sustentável por geração de força e/ou corrente elétrica para controle de processo;
- 10 vii) autogeração de combustíveis de baixos custos, tais como combustível de emulsão MSAR[®], asfaltenos, resíduos; e
- viii) eficiência acentuada de unidade de conversão de energia por uso de O₂ de excesso.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de acentuar produção de óleo e gás de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende:

- 5 proporcionar uma unidade de conversão de energia;
 recuperar gás de combustão a partir da dita unidade de conversão de energia;
 recircular o dito gás de combustão na dita unidade de conversão de energia para formar uma corrente enriquecida com dióxido de carbono; e
10 injetar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono na dita formação subterrânea para recuperar pelo menos um dos ditos gás e óleo.

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual gás de combustão recirculado reduz a temperatura da dita unidade de conversão de energia.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono é tratada em pelo menos uma operação de unidade de condicionamento para modificar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono antes de injeção.

20 4. Método de acordo com a reivindicação 3, no qual o dito condicionamento compreende uma operação de unidade selecionada do grupo que consiste em desparticulação, dessulfurização de gás de combustão, extinção de gás de combustão, desidratação de gás de combustão, compressão de gás de combustão, remoção de NO_x e combinações dos mesmos.

25 5. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual dióxido de carbono é seqüestrado na dita formação.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, o qual adicionalmente inclui a etapa de recuperação de energia gerada da unidade de conversão de energia.

30 7. Método de acordo com a reivindicação 1, o qual adicionalmente inclui a etapa de seletivamente recuperação de subprodutos a partir do dito método.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, o qual adicionalmente inclui a etapa de opcionalmente utilização os ditos subprodutos para aumento de gás de combustão.

5 9. Método de acentuação de produção de óleo e gás a partir de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende:

proporcionar uma unidade de conversão de energia;

proporcionar uma fonte de gás de combustão;

10 recircular o dito gás de combustão na dita unidade de conversão de energia para formar uma corrente enriquecida com dióxido de carbono; e injetar essa corrente enriquecida com dióxido de carbono na dita formação subterrânea para seqüestro de dióxido de carbono na dita formação.

15 10. Método de acordo com a reivindicação 9, o qual adicionalmente inclui a etapa de seletivamente recuperação de gás e óleo a partir da dita formação.

11. Método de acordo com a reivindicação 9, no qual o dito circuito de recirculação de gás de combustão reduz a temperatura da dita unidade de conversão de energia.

20 12. Método de acordo com a reivindicação 9, no qual a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono é tratada em pelo menos uma operação de unidade de condicionamento para modificar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono antes de injeção.

25 13. Método de acordo com a reivindicação 12, no qual o dito condicionamento compreende uma operação de unidade selecionada do grupo que consiste em desparticulação, dessulfurização de gás de combustão, extinção de gás de combustão, desidratação de gás de combustão, compressão de gás de combustão, remoção de NO_x e combinações dos mesmos.

30 14. Método de acordo com a reivindicação 9, o qual adicionalmente inclui a etapa de recuperação de energia gerada da dita unidade de conversão de energia.

15. Método de acordo com a reivindicação 9, o qual adicionalmente inclui a etapa de seletivamente recuperar de subprodutos a partir do dito método.

5 16. Método de acordo com a reivindicação 15, o qual adicionalmente inclui a etapa de opcionalmente utilizar os ditos subprodutos para aumento de gás de combustão.

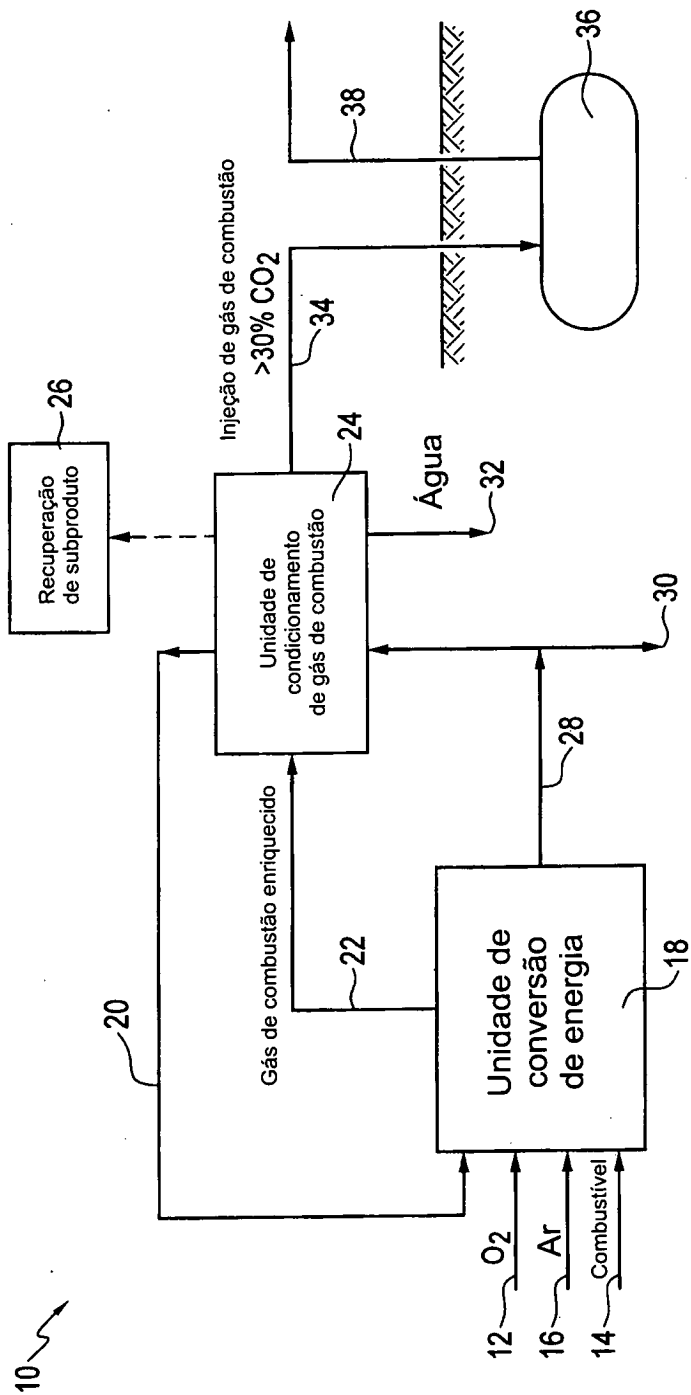


FIG. 1

10

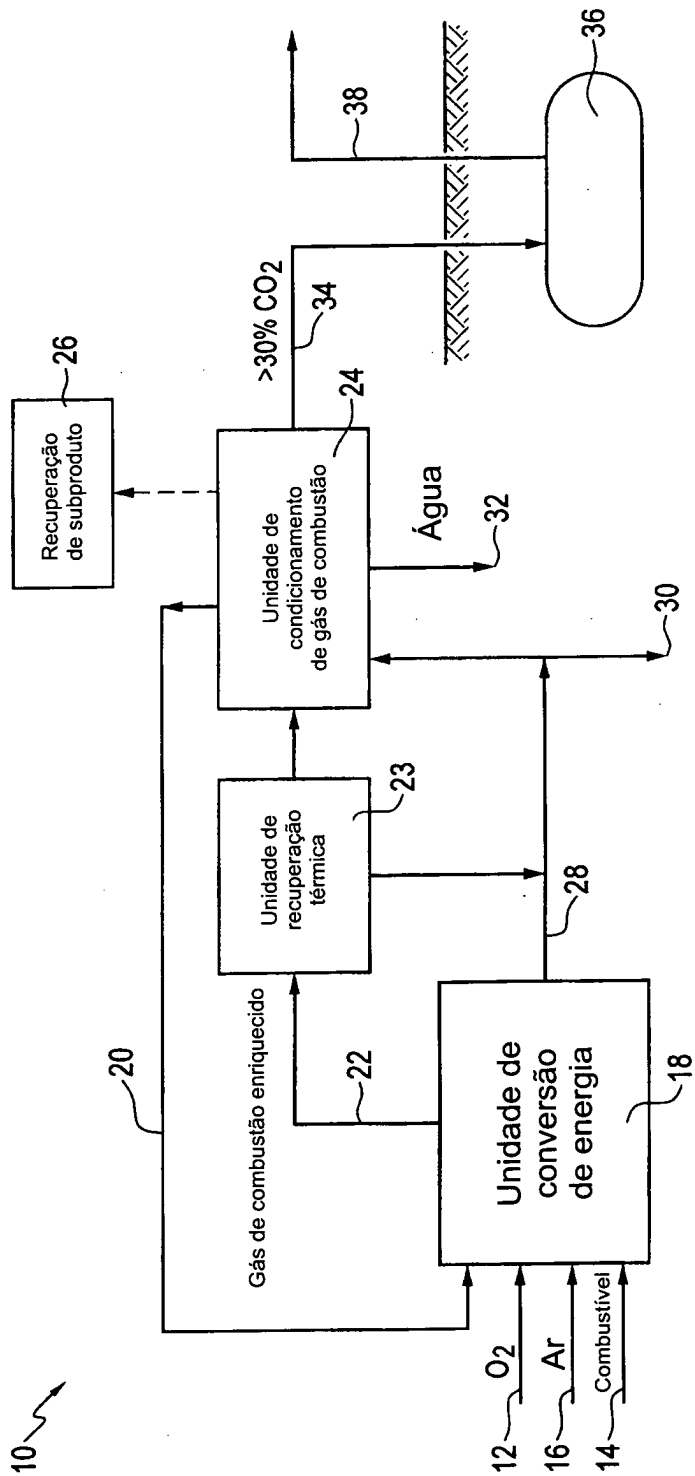
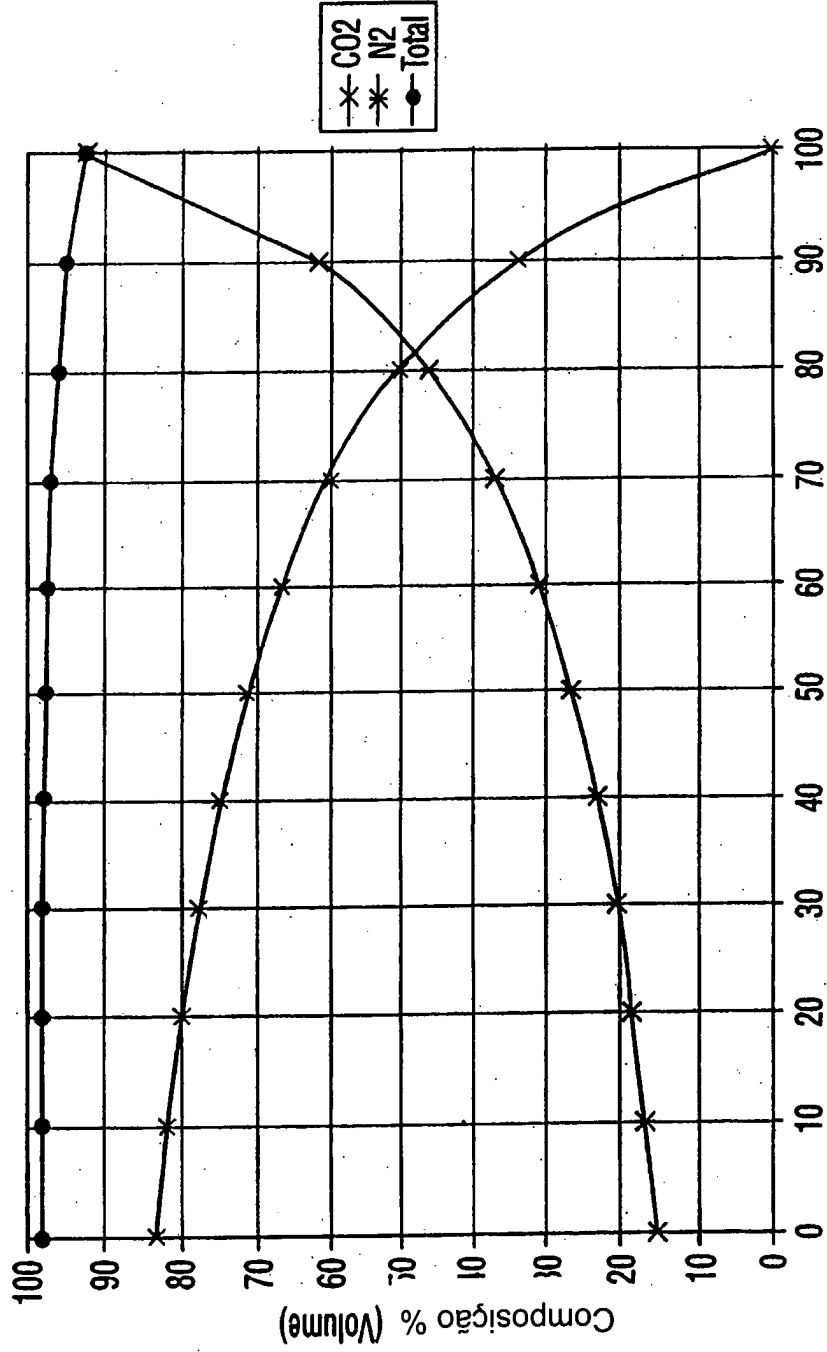


FIG. 2

10

Composição de gás de Combustão - Base seca @ 4% de excesso de oxigênio de entrada & 0,7% em gás de combustão



Porcentagem de Oxigênio da unidade de separação de Ar

FIG. 3

Composição de gás de Combustão - Base úmida @ 4% de excesso de oxigênio de entrada & 0,7% em gás de combustão

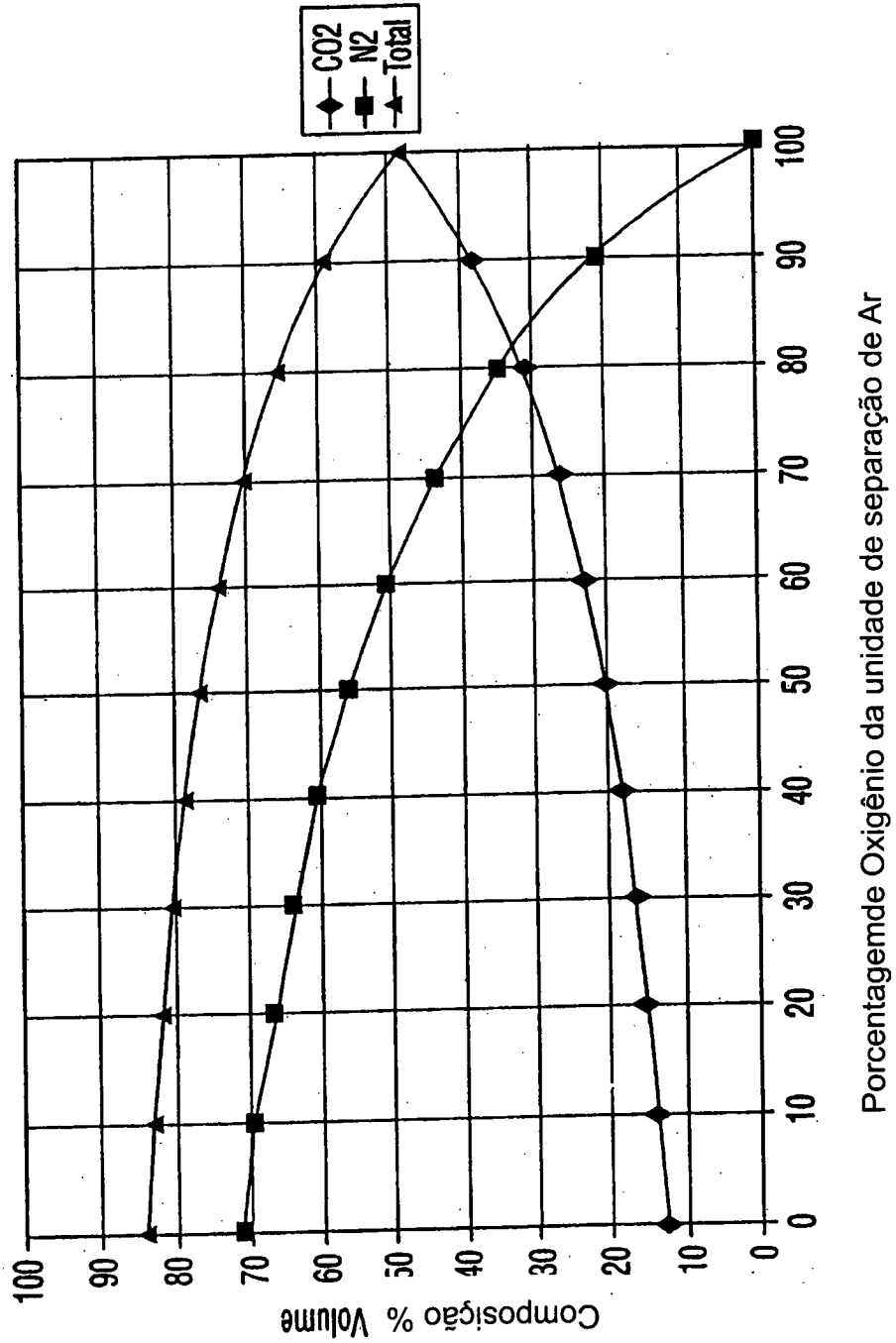


FIG. 4

RESUMO

Patente de Invenção: "INJEÇÃO DE GÁS DE COMBUSTÃO ENRIQUECIDO COM DIÓXIDO DE CARBONO PARA RECUPERAÇÃO DE HIDRO-CARBONETO".

5 A presente invenção refere-se a um processo de recuperação acentuada de óleo e gás. Um gás de combustão enriquecido é sintetizado a partir de utilidade de gás de combustão de usina elétrica. O gás de combustão enriquecido é personalizável para exigências específicas; contudo, o gás formado apresenta uma alta concentração de dióxido de carbono. Este é
10 usado como uma injeção para acentuar a liberação de gás e/ou óleo de formações subterrâneas. A injeção eleva recuperação enquanto seqüestra dióxido de carbono da fonte de usina elétrica.

Novas páginas 5 a 8 do relatório descritivo, incorporando as alterações correspondentes às das páginas 5 a 7 do pedido PCT conforme relatório do Exame Preliminar.

Modos de Realização da Invenção

Referindo-se agora à figura 1, é mostrada uma ilustração esquemática de uma possível modalidade do aparelho para prática do método. Número 10 globalmente denota os elementos.

5 Uma operação de unidade de separação do ar (não mostrada) na figura 1, separa oxigênio e nitrogênio em uma corrente de ar para proporcionar 90% ou gás oxigênio de maior pureza 12 para uso no processo. Essa é exemplar; variações são possíveis dependendo da situação. Combustível 14, que poderá ser selecionado dos exemplos não-limitativos de gás natural, 10 gás ácido, gás de solução, óleo combustível, combustível diesel, combustível de emulsão, resíduo, biomassa, carvão e coque de petróleo, é misturado com oxigênio 12 e 16 formando uma mistura de combustível para introdução em uma unidade de condicionamento de energia, genericamente representada por número 18. A unidade de conversão de energia poderá compreender 15 qualquer dispositivo adequado tal como um circuito gerador de vapor de ciclo simples, convencional ou supercrítico com um gerador elétrico de turbina a vapor adequado ou compressores acionados por turbina a vapor. Outros arranjos adequados incorporam uma unidade simples, ou combinada de cogeração de turbina a gás modificada com um gerador de vapor de recuperação térmica (HRSG). Uma possibilidade adicional poderá ser um motor a 20 diesel de velocidade lenta acionando um gerador elétrico e/ou compressor a gás. A unidade específica ou combinação de unidades dependerá dos parâmetros de projeto.

Como um exemplo, de sítios específicos de produção de hidro- 25 carboneto, uma facilidade de geração elétrica típica seria dimensionada na faixa de 10 a 500 megawatts ou em fases desse tamanho adequadas a satisfazer demandas de força e criar volumes de injeção de dióxido de carbono suficientes para a recuperação acentuada de hidrocarboneto. Os dispositivos acionados a vapor notados acima poderão também incluir de uma vez geradores a vapor (OTSG), caldeiras acondicionadas convencionais, caldeiras de 30 utilidade convencional e caldeiras de leito fluido circulante (CFBs) dimensionados para atender à exigência de vapor para a geração de força elétrica.

Um circuito de recirculação de gás de combustão 20 é incorporado no sistema de enriquecimento com dióxido de carbono. Sabe-se bem que um benefício de FGR é a redução de gás nitrogênio no gás de combustão e desse modo à formação de compostos NOx com o benefício concomitante de um aumento na concentração de dióxido de carbono no gás de combustão. As representações gráficas nas figuras 3 e 4 representam alteração composicional para o gás de combustão de variações no teor de oxigênio. Como um exemplo, o gráfico na figura 3 ilustra a vantagem clara na quantidade de dióxido de carbono atribuída a uma alta concentração de oxigênio resultante do processo de ciclagem por meio da unidade de conversão de energia. A figura 4 demonstra os mesmos dados em uma base úmida.

Como será avaliado com um aumento de oxigênio para razão de ar de combustão de uma concentração fixa de oxigênio, a temperatura pode tornar-se elevada na medida em que parâmetros de projeto da caldeira/equipamento térmico podem-se exceder. Para contrapor-se a essa limitação, o circuito de recirculação de gás de combustão pode recircular uma corrente de combustão de volta à unidade de condicionamento de energia 18 para extinção térmica. Como será avaliada, a quantidade de recirculação de gás de combustão dependerá dos parâmetros operacionais do equipamento. Isso imediatamente resulta em vantagens significativas, a saber:

- a) eficiência acentuada da caldeira e operação;
- b) maior facilidade para o projetista com relação a reajustamento de usinas existentes para o processo sem reengenharia extensiva ou substituição de equipamento;
- c) eficiência aperfeiçoada de combustão térmica;
- d) emissões de NOx reduzidas; e
- e) segurança aperfeiçoada;

Retornando ao processo total, a corrente 22 que sai da unidade de condicionamento 18, agora uma corrente de gás de combustão enriquecida, poderá em seguida ser tratada em qualquer número de etapas, globalmente denotada por unidade de condicionamento de gás de combustão numericamente representada por 24. Geralmente, o gás de combustão, de-

pendendo do ensaio do combustível poderá conter além de CO₂, tais componentes principais como CO, H₂, O₂ em excesso, SO₂, SO₃, NO_x, N₂, fuligem, cinzas, metais de vapor d'água, etc. O tratamento poderá envolver desparticulação ou remoção de cinzas volantes, desidratação de gás de combustão, extinção, dessulfurização de gás de combustão e compressão, remoção de NO_x, recuperação de subproduto ou qualquer combinação destes.

Além disso, baseado em mérito econômico, métodos adicionais poderão ser usados para recuperar os subprodutos úteis e valiosos denotados por número 26, tais como CO, H₂, SO₂, água e metais pesados em relação a outras especulações comerciais comuns àqueles versados no estado da técnica. Como uma clarificação adicional, a unidade de condicionamento de energia 18 poderá ser operada com combustão do combustível em um modo subestequiométrico, estequiométrico ou oxigênio em excesso. Diferentes subprodutos podem ser gerados no gás de combustão enriquecido dependendo das exigências específicas. Tipicamente, prefere-se que o modo seja próximo de estequiométrico para produzir a maior concentração de dióxido de carbono no gás de combustão enriquecido. Em alguns exemplos, poderá ser desejável utilizar os subprodutos no projeto de gás de combustão.

A energia útil 28 gerada pela unidade de condicionamento de energia 18 como um exemplo, poderá ser força elétrica ou acionador direto para comprimir o gás de combustão enriquecido e/ou ar de combustão/oxigênio nas operações da unidade de condicionamento de gás de combustão 24. Dependendo do equilíbrio de projeto dos componentes e do volume exigido das injeções enriquecidas com gás de combustão, energia de excesso 30 poderá ser criada e vendida para mercados comerciais como força elétrica de excesso.

Água residual 32 descarregada da unidade de condicionamento de gás de combustão 24 poderá ser reutilizada em outros processos. Gás de combustão para injeção condicionada é transportado via linha 34 para a formação subterrânea 36. O gás de combustão de injeção poderá conter mais de 30% em volume de dióxido de carbono; contudo, este se alterará dependendo da composição da formação 36, de acordo com a figura 2 e figura 3.

A formação 36 poderá conter qualquer um ou todos de óleo, betume, óleo pesado, gás natural, líquidos de gás natural ou poderá ser usada puramente para seqüestro de gás de combustão.

5 Os hidrocarbonetos recuperados deixam formação 36 via linha 38 e poderão ser submetidos a processamento adicional. Esta é uma etapa opcional.

A composição do gás de combustão tratado é variável e dependerá da natureza específica do teor e das propriedades físicas e químicas da formação. Avaliar-se-á que a composição de gás de combustão tratada poderá exigir alteração composicional dinamicamente à medida que a forma-
10 ção se altera com o tempo. Como um exemplo, a composição pode ser 50% de dióxido de carbono e 50% de nitrogênio a 70% de dióxido de carbono e 30% de nitrogênio a 100% de dióxido de carbono.

Voltando à figura 2, é mostrada uma variação no processo total,
15 em que uma unidade de recuperação térmica 23 é interposta no circuito entre a unidade de conversão de energia 18 e a unidade de condicionamento de gás de combustão 24. Nessa variação a unidade de recuperação térmica 23 é empregada para equilibrar a energia produzida e maximizar a eficiência térmica do método de ciclo combinado. Esse arranjo proporciona o uso de
20 acionadores principais, por exemplo, turbinas a gás e motores a diesel. A unidade de recuperação térmica 23 poderá ser empregada para gerar vapor adicional de geração de força elétrica ou ser usada para preaquecimento de água, ar de combustão ou oxigênio para elevar a eficiência de energia do método.

25 A tecnologia apresentada tem a vantagem de acentuar recuperação dos valores, originalmente apropriada, um mínimo de 5%; esse representa um vasto aumento nas economias de recuperação. Esta é adicionalmente aumentada pela geração de força e/ou corrente elétrica de excesso.

Em resumo, unificando os conceitos de sintetização de um gás
30 de combustão enriquecido para injeção em uma formação de hidrocarboneto, as seguintes vantagens adicionais são realizadas:

- i) redução de emissão particulada;

Novo quadro reivindicatório (total de 15 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme relatório do Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de acentuar produção de óleo e gás de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende:

5 proporcionar uma unidade de condicionamento de energia;
 recuperar gás de combustão a partir da dita unidade de condicionamento de energia;

 recircular o dito gás de combustão na dita unidade de condicionamento de energia para formar uma corrente enriquecida com dióxido de carbono; e

10 injetar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono na dita formação subterrânea para recuperar pelo menos um do dito gás e óleo, em que o dito dióxido de carbono é seqüestrado na dita formação.

 2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual gás de combustão recirculado reduz a dita temperatura da unidade de condicionamento de energia.

 3. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono é tratada em pelo menos uma unidade de condicionamento.

20 4. Método de acordo com a reivindicação 3, no qual o dito condicionamento compreende uma operação de unidade selecionada do grupo que consiste em desparticulação, dessulfurização de gás de combustão, extinção de gás de combustão, desidratação de gás de combustão, compressão de gás de combustão, remoção de NO_x e combinações dos mesmos.

25 5. Método de acordo com a reivindicação 1, o qual adicionalmente inclui a etapa de recuperação de energia gerada da dita unidade de condicionamento de energia.

 6. Método de acordo com a reivindicação 1, o qual adicionalmente inclui a etapa de seletivamente recuperar de subprodutos a partir do dito método.

30 7. Método de acordo com a reivindicação 6, o qual adicionalmente inclui a etapa de utilização dos ditos subprodutos para aumento de gás de

combustão.

8. Método de acentuação de produção de óleo e gás a partir de uma formação subterrânea contendo pelo menos um de gás e óleo, método este que compreende:

5 proporcionar uma unidade de condicionamento de energia;
 proporcionar uma fonte de gás de combustão;
 recircular o dito gás de combustão na dita unidade de condicionamento de energia para formar uma corrente enriquecida com dióxido de carbono; e

10 injetar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono na dita formação subterrânea para seqüestro de dióxido de carbono na dita formação.

15 9. Método de acordo com a reivindicação 8, o qual adicionalmente inclui a etapa de seletivamente recuperar de gás e óleo a partir da dita formação.

10. Método de acordo com a reivindicação 8, no qual o dito circuito de recirculação de gás de combustão reduz a temperatura da dita unidade de condicionamento de energia.

20 11. Método de acordo com a reivindicação 8, no qual a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono é tratada em pelo menos uma operação de unidade de condicionamento para modificar a dita corrente enriquecida com dióxido de carbono antes de injeção.

25 12. Método de acordo com a reivindicação 11, no qual o dito condicionamento compreende uma operação de unidade selecionada do grupo que consiste em desparticulação, dessulfurização de gás de combustão, extinção de gás de combustão, desidratação de gás de combustão, compressão de gás de combustão, remoção de NO_x e combinações dos mesmos.

30 13. Método de acordo com a reivindicação 8, o qual adicionalmente inclui a etapa de recuperação de energia gerada da dita unidade de condicionamento de energia.

14. Método de acordo com a reivindicação 8, o qual adicional-

mente inclui a etapa de seletivamente recuperar subprodutos a partir do dito método.

- 5 15. Método de acordo com a reivindicação 14, o qual adicionalmente inclui a etapa de utilização dos ditos subprodutos para aumento de gás de combustão.