



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

(21) **PI0800985-6 A2**

(22) Data de Depósito: 10/04/2008
(43) Data da Publicação: 31/05/2011
(RPI 2108)



(51) *Int.Cl.:*
C10L 3/10 2006.01
C10L 3/06 2006.01

(54) Título: **PROCESSO INTEGRADO DE OBTENÇÃO DE GNL E GNC E SUA ADEQUAÇÃO ENERGÉTICA, SISTEMA INTEGRADO FLEXÍVEL PARA REALIZAÇÃO DE DITO PROCESSO E USOS DO GNC OBTIDO POR DITO PROCESSO**

(73) Titular(es): International Finance Consultant Ltda.

(72) Inventor(es): Gilvan Couceiro D Amorim, Paul Louis Poulallion

(57) Resumo: PROCESSO INTEGRADO DE OBTENÇÃO DE GNL E GNC E SUA ADEQUAÇÃO ENERGÉTICA, SISTEMA INTEGRADO FLEXÍVEL PARA REALIZAÇÃO DE DITO PROCESSO E USOS DO GNC OBTIDO POR DITO PROCESSO A presente invenção refere-se a um processo para a coleta, descontaminação, remoção de água, compressão e resfriamento e remoção de frações condensáveis de gás natural oriundo de uma fonte offshore, seja uma plataforma fixa FPSO ("Fica ting Production, Storage and Offloading") ou mesmo um poço ou um sistema de separação submarino dotado de equipamento para transferência de gás à superfície e conexão a uma embarcação-planta da invenção ou de uma fonte on-shore acessível por via fluvial ou marítima, dito processo sendo caracterizado pelo aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás para a sua liquefação. A invenção também inclui um sistema integrado flexível com capacidade de coleta e tratamento de até 600.000 Sm³/dia de gás natural produzido offshore ou onshore, compressão do gás tratado, armazenagem do gás comprimido, transporte e entrega do gás e suas frações condensáveis no estado líquido, compreendendo (a) uma embarcação de pequeno porte, preferencialmente do tipo catamarã, provido de (i) meios de acoplamento à tubulação de alimentação de gás natural produzido offshore ou on-shore; (ii) unidade de remoção de H₂S e outros contaminantes presentes no gás natural coletado; (iii) unidade de remoção da água presente no gás descontaminado; (iv) pelo menos um conjunto de compressor e trocador de calor para realizar os estágios de compressão necessários à remoção das frações condensáveis do gás e resfriamento do gás descontaminado e desidratado e (v) contêineres para acondicionar o gás comprimido e tanques, preferencialmente instalados nos convés inferior para armazenar as frações condensadas.



PI0800985-6

**PROCESSO INTEGRADO DE OBTENÇÃO DE GNL E GNC E SUA ADEQUAÇÃO
ENERGÉTICA, SISTEMA INTEGRADO FLEXÍVEL PARA REALIZAÇÃO DE
DITO PROCESSO E USOS DO GNC OBTIDO POR DITO PROCESSO**

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um processo para a
coleta, descontaminação, remoção de água, compressão e
resfriamento e remoção de frações condensáveis de gás
natural oriundo de uma fonte offshore, seja uma plataforma
fixa FPSO ("*Floating Production, Storage and Offloading*")
10 ou mesmo um poço ou um sistema de separação submarino
dotado de equipamento para transferência de gás à
superfície e conexão a uma embarcação-planta da invenção ou
de uma fonte on-shore acessível por via fluvial ou
marítima, dito processo sendo caracterizado pelo
15 aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás
para a sua liquefação.

A invenção também inclui um sistema integrado flexível
com capacidade de coleta e tratamento de até 600.000
Sm³/dia de gás natural produzido offshore ou onshore,
20 compressão do gás tratado, armazenagem do gás comprimido,
transporte e entrega do gás e suas frações condensáveis no
estado líquido, compreendendo (a) uma embarcação de pequeno
porte, preferencialmente do tipo catamarã, provido de (i)
meios de acoplamento à tubulação de alimentação de gás
25 natural produzido offshore ou on-shore; (ii) unidade de
remoção de H₂S e outros contaminantes presentes no gás
natural coletado; (iii) unidade de remoção da água presente
no gás descontaminado; (iv) pelo menos um conjunto de

compressor e trocador de calor para realizar os estágios de compressão necessários à remoção das frações condensáveis do gás e resfriamento do gás descontaminado e desidratado e (v) contêineres para acondicionar o gás comprimido e tanques, preferencialmente instalados no convés inferior, para armazenar as frações condensadas.

Fundamentos da Invenção

Nas operações de exploração petrolífera, o gás natural, que é produzido durante os prolongados testes ou em sistemas de produção antecipada, é usualmente queimado.

Adicionalmente, com frequência, poços on-shore de baixa produção são abandonados em razão de sua capacidade não atrativa do ponto de vista comercial.

O mesmo tipo de desperdício ocorre também, algumas vezes, nas operações de produção de óleo com gás natural associado em razão dos elevados custos tanto para sua disponibilização nos centros de consumo, em geral situados a grandes distâncias da fonte, como também pelo elevado investimento necessário para a construção e manutenção de dutos de gás natural, o que torna inviável o seu aproveitamento.

Tal desperdício energético é ainda mais problemático porque a queima do gás natural também contribui para o aquecimento global, fenômeno que vem se tornando cada vez mais importante no planejamento das políticas governamentais, especialmente as relacionadas ao aproveitamento de energia e ao meio ambiente.

Outra questão a ser considerada na exploração offshore de gás natural é a segurança que é sempre um dos pontos mais rigorosos não só nos contratos de concessão para exploração e transporte marítimo de petróleo, derivados e outros combustíveis, como também nas exigências de segurança na manipulação de carga perigosa e/ou inflamável nos pontos de entrega, quer seja no litoral ou offshore.

Os métodos conhecidos de transporte marítimo de gás natural são: (a) tubulação submarina; (b) transporte de gás natural liquefeito (GNL) em navios e (c) transporte de gás natural comprimido (GNC) em contêineres localizados no convés de navios de grande porte. Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens especialmente relacionadas com segurança e investimento financeiro. O primeiro método (tubulação submarina) torna-se inviável em profundidades maiores que 300m ou quando a disponibilidade em capacidade ou em tempo não está assegurada. O segundo, transporte de GNL, também envolve elevados investimentos relativos à capacidade de dito transporte, tanto para liquefazer o gás natural quanto para transportá-lo e vaporizá-lo. A desvantagem do terceiro método é essencialmente a sua inviabilidade econômica por requerer grande capacidade de transporte por distâncias intercontinentais e, portanto, exigindo projetos de grande escala.

No caso de GNL, as propostas para reduzir os custos de transporte do gás natural, desde a sua fonte até o ponto de entrega, envolvem a substituição dos dutos submarinos por navios de transporte de GNL e que incluem unidades

necessárias à realização de algumas etapas da liquefação ou re-gaseificação de gás natural. Alguns exemplos desses tipos de embarcação são descritos nos documentos US 6003603, US 5025860, WO 2004/00638, US 2005/0005615, GB 5 1560733 e US 2005/0042035.

Também, várias têm sido as propostas para reduzir as desvantagens do método de transporte marítimo de GNC, desde a coleta do gás natural bruto até o acondicionamento do GNC e disponibilização no ponto de entrega. Por exemplo, na

10 patente US 7155918, é descrito um sistema para o processamento e transporte de gás natural comprimido compreendendo: (a) um separador para receber o gás com teor de alta energia a partir de uma tubulação de alimentação e produzir o gás com teor de alta energia pressurizado, um

15 líquido de gás natural e um condensado; (b) uma unidade de descontaminação conectada ao separador para receber o gás saturado e remover as impurezas do gás saturado; (c) uma unidade de desidratação conectada à unidade de descontaminação para receber o gás descontaminado e remover

20 a água, produzindo um gás pressurizado seco; (d) uma unidade de resfriamento conectada à unidade de desidratação para receber o gás pressurizado e resfria-lo desde a temperatura ambiente até uma temperatura variando entre cerca de -62°C e cerca de -84°C formando um gás de duas

25 fases compreendendo uma fase vapor e uma fase líquida; (e) pelo menos um elemento de armazenamento localizado em um navio, dito elemento de armazenamento, conectado à unidade de resfriamento e ao separador, recebendo o gás de duas fases, o líquido de gás natural e o condensado, mantendo

esses três componentes a uma pressão variando entre 800 psi (5.515,8 kPa) e 1200 psi (8.273,7 kPa), e dito elemento compreendendo uma camada isolante entre uma parede interna e uma parede externa; e (f) o navio sendo adaptado para transportar o elemento de armazenamento a uma distância variando entre 500 e 2.500 milhas náuticas, sendo que a fase vapor do gás comprimido é utilizada como combustível para a movimentação do navio. O sistema descrito na patente US 7155918 apresenta três desvantagens, a saber: (i) o navio é utilizado para apenas transportar o gás natural comprimido, fazendo uso de pelo menos boa parte do mesmo como combustível, (ii) a manutenção de temperaturas tão baixas (entre cerca de -62°C e cerca de -84°C) requer um gasto energético considerável e (iii) o isolamento térmico para evitar sobrepeso devido aos reservatórios do tipo de alta pressão, que, além de acarretar desperdícios energéticos e custos significativamente mais altos com o reforço dos vasos, exige um complexo controle para manter as condições de equilíbrio das pressões e temperaturas iniciais.

O processamento de petróleo e gás natural bruto nos navios destinados ao transporte dos produtos finais ou semifinais tem sido apontado como uma alternativa para evitar problemas ambientais com fábricas localizadas em terra como, por exemplo, para a síntese de amônia. Essas embarcações-refinaria ou embarcações-fábrica já são conhecidas há algum tempo, como as descritas nos documentos GB 1492550 e GB 1475813.

Um dos maiores problemas dessas embarcações-fábrica é a sua manobrabilidade com relação a plataformas de produção offshore ou outras estruturas de exploração offshore de gás natural. A estabilidade desse tipo de embarcação é também um ponto crítico a ser considerado no investimento aplicado na manufatura de tais estruturas que frequentemente precisam suportar condições climáticas e marítimas extremas. Nos documentos US 6688248 e DE 3733321, por exemplo, são propostas embarcações do tipo catamarã, que podem ser usadas no transporte de plataformas desmontadas, com a finalidade de maximizar a estabilidade da embarcação que porta um peso considerável.

Embarcações do tipo catamarã também são aplicadas no processamento do gás natural. No documento SE 8305632 é descrita uma embarcação desse tipo, com maior estabilidade do que as embarcações de casco único, estando o catamarã ancorado sobre um poço de gás que supre o insumo. O catamarã porta uma planta que inclui um reformador (18) para o processamento do gás natural. Embora essa embarcação apresente vantagens para a reforma do gás natural, há outras dificuldades a serem suplantadas, como por exemplo, a inclusão de vários tipos de equipamentos, quando o objetivo visado é a obtenção de GNC. Além disso, não são previstos meios de acondicionamento do produto na própria embarcação.

Uma outra questão a ser resolvida é o acondicionamento do GNC de modo seguro, economicamente viável, com menor peso morto (peso dos contêineres vazios) e com facilidade de desembarque no ponto de entrega. Por exemplo, nos

documentos US 7273391, US 7240498 e US 7240499, são propostos elementos de armazenamento de GNC de formato cilíndrico ou esférico de parede dupla e com camada intermediária isolante para possibilitar a manutenção de 5 temperaturas muito baixas, da ordem de -80°C , ditos elementos de armazenamento sendo dispostos em relação de superposição no convés do navio, sendo, ainda, providas estruturas de amarração e fixação de ditos elementos de armazenamento entre si e ao convés do navio. Esses 10 elementos, pela exigência de manutenção de baixas temperaturas, oneram o transporte do gás natural, reduzindo, com isso, as chances de viabilidade econômica da exploração offshore do gás natural. Uma outra proposta de acondicionamento do GNC é feita no documento US 15 2007/014636, no qual é provida uma estrutura única formando corpos cilíndricos para o acondicionamento do GNC em navios. Esse tipo de estrutura, além de requerer um tamanho individualizado para cada tamanho de embarcação, dificulta o desembarque do GNC no ponto de entrega, especialmente, no 20 caso de o mesmo ser o usuário final.

O estado da técnica descrito acima mostra claramente que ainda não está disponível um sistema que aproveite a energia conservada na compressão de gás natural, realizada em embarcação de pequeno porte e grande mobilidade, e no 25 transporte do gás comprimido à alta pressão, para, em terra, obter além de outros produtos de GNC, o GNL diretamente e também para reduzir o gasto energético na liquefação do gás comprimido realizada em terra.

Sumário da Invenção

A presente invenção visa o provimento de um sistema e processo para coleta, descontaminação, desidratação, compressão, armazenamento e transporte de gás natural comprimido a alta pressão, produzido offshore ou on-shore em campos de poços de baixa produção, sendo todas as operações realizadas a bordo de uma embarcação de pequeno porte com elevadas manobrabilidade, mobilidade e estabilidade, por exemplo, uma embarcação do tipo catamarã.

5

10 Mais que isso, em especial, a invenção provê um sistema e processo para maximizar o aproveitamento da energia acumulada no gás comprimido à alta pressão para obter, diretamente, o produto GNL e para realizar a liquefação, em terra, do dito gás comprimido.

15 Uma primeira concretização da invenção diz respeito a um processo integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito processo compreendendo as etapas de: (a) coleta de gás natural bruto a partir de uma fonte offshore ou on-shore (litorânea) e acondicionamento do dito

20 gás em reservatórios, localizados a bordo de uma embarcação, para processamento; (b) descontaminação do dito gás para produzir uma corrente de gás isento de contaminantes; (c) desidratação da corrente de gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural

25 seco; (d) pelo menos um estágio de compressão da dita corrente de gás natural seco; (e) pelo menos um estágio de resfriamento do dito gás natural comprimido para produzir uma corrente de gás natural comprimido em uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de cilindros de

armazenamento de GNC; (f) acondicionamento do dito gás natural comprimido e resfriado nos cilindros dispostos em pelo menos um contêiner; (g) transporte do pelo menos um contêiner desde o ponto de produção offshore ou on-shore até o ponto de entrega do gás natural comprimido e (h) descarga do gás natural comprimido a partir do pelo menos um contêiner, sendo que todas as etapas do dito processo são realizadas a bordo de uma embarcação de pequeno porte e sendo que a descarga do dito gás natural comprimido é realizada de modo a maximizar o aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás natural, possibilitando a obtenção, diretamente, de GNL e também a aplicação da dita energia acumulada no processamento subsequente do GNC, especialmente na liquefação realizada em terra.

Em uma segunda concretização, o processo da invenção inclui as etapas (a) até (f) da primeira concretização sendo que pelo menos uma parte do GNC é destinado a: (i) geração de energia para a dita planta e para movimentação da dita embarcação de pequeno porte, por exemplo, tipo catamarã; (ii) colocação em produção ou retomada de produção de gás natural, por meio de gás-lift, em poços que tenham sido amortecidos e não disponham de outra fonte de gás economicamente viável; (iii) operação da plataforma ou de outras estruturas offshore; ou, ainda, de preferência, (iv) liquefação do gás natural em terra.

Em uma terceira concretização, é provido um sistema integrado flexível compreendendo: (a) um terminal de alimentação de gás natural bruto produzido offshore ou on-shore; (b) uma embarcação de pequeno porte, por exemplo, do

tipo catamarã, com meios de conexão ao terminal de alimentação do dito gás natural bruto, e contando com pelo menos um reservatório para o acondicionamento do dito gás para processamento, sendo que dita embarcação é dotada de

5 uma planta compreendendo (i) uma unidade de descontaminação do gás natural bruto para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes; (ii) uma unidade de desidratação para remoção de água do gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco; (iii) pelo menos

10 um conjunto de compressor e trocador de calor para comprimir e resfriar o gás natural seco, até uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de reservatórios ou cilindros de acondicionamento de gás comprimido, para obter uma corrente de gás natural

15 comprimido; (iv) conjunto compreendendo separadores de condensado para cada estágio de compressão, bombas e tanques adequados para a estocagem temporária das frações condensadas; (v) pelo menos um contêiner de armazenamento dos reservatórios ou cilindros de acondicionamento de gás

20 comprimido; e (vi) meios de descarga do gás natural comprimido a partir dos ditos reservatórios ou cilindros de acondicionamento de gás comprimido localizados no dito pelo menos um contêiner no ponto de entrega de forma a maximizar o aproveitamento da energia acumulada na compressão do dito

25 gás natural para a obtenção de produtos de GNC, especialmente GNL; e (c) ponto de entrega do gás natural comprimido selecionado do grupo consistindo de parque de armazenamento terrestre e estrutura de produção offshore.

Uma quarta concretização da invenção diz respeito a um sistema semelhante ao sistema da primeira concretização, no qual são, adicionalmente, providos meios de utilização do gás natural comprimido acondicionado no pelo menos um contêiner para: (i) gerar energia para a dita planta de tratamento e de compressão e para movimentação da dita embarcação tipo catamarã; (ii) colocação em produção ou retomada de produção por meio de gás-lift em poços que tenham sido amortecidos e não disponham de outra fonte de gás economicamente viável; (iii) operação de plataforma ou de outras estruturas offshore; ou, ainda, (iv) liquefação do gás natural em terra, otimizando, dessa forma, o aproveitamento do potencial energético da alta pressão do GNC transportado.

Uma quinta concretização da invenção diz respeito ao uso do GNC produzido pelo processo da invenção na liquefação, em terra, de GNC; na geração de energia para a dita planta e para movimentação da dita embarcação de pequeno porte, por exemplo, tipo catamarã; na colocação em produção ou retomada de produção de gás natural em poços que tenham sido amortecidos e não disponham de outra fonte de gás economicamente viável; na operação da plataforma ou de outras estruturas offshore. Mais preferencialmente, a presente invenção se refere ao uso do GNC produzido pelo processo da invenção na liquefação de dito GNC utilizando pelo menos parte da energia acumulada na compressão do gás natural realizada a bordo de uma embarcação de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã.

Breve Descrição das Figuras

A Figura 1 mostra, em vista de topo, a embarcação-fábrica de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã, da presente invenção.

A Figura 2 ilustra a aproximação da embarcação do tipo catamarã da invenção, em modo de posicionamento dinâmico, à bóia submarina para coleta do condutor de gás, sendo que em: (A) é mostrada a aproximação propriamente dita e, em (B) é mostrada a conexão engate/desengate rápido.

A Figura 3 ilustra a versatilidade do sistema da invenção em que a embarcação de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã pode ser conectada à plataforma de produção de gás natural para realizar qualquer dos três tipos de operação: (a) coleta do gás natural a ser tratado; (b) entrega de gás natural comprimido para a plataforma utilizando tubulação já existente e (c) entrega de gás pressurizado para operações de gás-lift.

A Figura 4 ilustra uma das concretizações da invenção mostrando a embarcação de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã em operação de coleta de gás natural a partir de uma estrutura FPSO.

A Figura 5 ilustra a modalidade do sistema da invenção em que a entrega do gás natural comprimido transportado na embarcação tipo catamarã da invenção é feita em terra com a maximização do aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás.

A Figura 6 mostra uma comparação entre processo da presente invenção em que a compressão do gás é feita em uma pressão na faixa entre 10.000 e 27.000 kPa, gerando energia

acumulada capaz de produzir, pelo menos parcialmente, GNL diretamente, e o processo do estado da técnica, em que a compressão é feita a 4.000 kPa, impossibilitando a obtenção do GNL diretamente.

5 A Figura 7 ilustra, esquematicamente, a versatilidade de coleta do gás natural a partir de diferentes estruturas e de utilização do GNC produzido na embarcação-planta.

A Figura 8 ilustra a comparação do processo da presente invenção, no qual há a maximização do aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás para a geração direta (parcial) de GNL e para o processamento do GNC em outras aplicações, incluindo, preferencialmente a liquefação, e os vários processos convencionais, sendo mostradas três modalidades, em que não é possível a produção direta de GNL.

A Figura 9 mostra o fluxograma do processo da presente invenção desde o recolhimento offshore ou on-shore até o acondicionamento e armazenamento para entrega em terra ou em instalações marítimas.

20 Descrição Detalhada da Invenção

O sistema da presente invenção baseia-se fundamentalmente na utilização de uma embarcação que ofereça condições melhores de manobrabilidade, mobilidade e estabilidade para a coleta, a partir de uma fonte offshore ou on-shore em campos com poços de baixa produção, preferencialmente offshore, de gás natural, dita embarcação sendo dotada de (i) uma unidade de tratamento para a inibição ou remoção dos efeitos adversos dos componentes

corrosivos ou perigosos que estejam presentes no gás natural coletado, (ii) uma unidade de desidratação para a remoção da água que acompanha o gás natural coletado offshore, (iii) um conjunto de compressão e remoção de condensáveis, incluindo trocadores de calor, separadores de condensado (por exemplo, *gas scrubbers*), bombas e tanques para armazenamento de condensados e (iv) vasos especiais (reservatórios de acondicionamento de gás comprimido, por exemplo, cilindros) para o armazenamento do gás natural comprimido a alta pressão. O gás natural comprimido, acondicionado nos vasos especiais, é transportado à alta pressão para descarga no ponto de entrega, onde também poderão ser entregues as frações condensadas que se encontram acondicionados em tanques, preferencialmente instalados no convés inferior da embarcação de pequeno porte, por exemplo, catamarã. Em uma das modalidades preferenciais, o ponto de entrega encontra-se em estações terrestres que acumulam temporariamente o gás comprimido para transferência posterior aos centros de consumo, quer seja em veículos transportadores de GNC, quer seja em gasodutos de transporte ou distribuição, ou, ainda, de modo especialmente preferido, o gás comprimido que se encontra acondicionado a alta pressão nos reservatórios (por exemplo, cilindros) é processado de forma a maximizar o aproveitamento de parte da energia acumulada na compressão do gás para produção direta de GNL, sendo que a outra parte da energia acumulada é utilizada, tanto no transporte e/ou armazenamento em terra de GNC, como preferencialmente na obtenção de GNL.

Na Figura 1, é mostrado o sistema da presente invenção compreendendo o catamarã gaseiro (1) portando uma planta de tratamento do gás natural produzido offshore ou on-shore que inclui: (a) vários conjuntos de compressores (2), os
5 quais podem ser acionados por qualquer fonte de energia apropriada, como, por exemplo, acionados a gás ou por motores elétricos; (b) vários conjuntos de contêineres (3) onde ficam localizados os reservatórios, por exemplo, cilindros, de armazenamento do GNC; (c) dispositivo (4) de
10 suprimento do gás a ser tratado; (d) unidade de descontaminação (5) para remover qualquer contaminante presente no gás coletado, por exemplo, de remoção de H_2S ; (e) unidade de desidratação (6) do gás do qual foi removido o H_2S ; (f) trocadores de calor inter-estágios (7),
15 refrigerados com um meio refrigerante adequado, por exemplo, água do mar ou ar ambiente, sendo preferível o uso de água do mar; (g) separadores de condensado (8) e (h) pelo menos uma conexão (9), preferencialmente pelo menos duas, para descarga do gás, localizada em qualquer lugar
20 apropriado da embarcação, por exemplo, a bombordo, a boreste ou outro local adequado.

A coleta offshore pode ser visualizada nas Figuras 2, 3 e 4. Alternativamente, a coleta pode ocorrer on-shore a partir de campos, acessíveis por via marítima ou fluvial,
25 com poços de gás natural de baixa produção e cuja exploração comercial pelos processos convencionais é proibitiva. Em qualquer das alternativas, offshore ou on-shore, uma das características principais que viabiliza a exploração de gás natural, impraticável até o advento da

presente invenção, é a utilização de uma embarcação de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã, que possui maior manobrabilidade, mobilidade e estabilidade, na coleta, processamento a bordo do gás natural bruto, compressão do gás processado e transporte do gás natural comprimido até o ponto de entrega. Uma outra característica principal da invenção, e que será explicada detalhadamente mais adiante, é a maximização do aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás, tanto na obtenção direta do GNL, como no encaminhamento do GNC para armazenamento, distribuição ou liquefação, sendo esta última destinação a preferida na utilização da energia acumulada na compressão do gás.

Na Figura 2, a coleta offshore do gás natural é realizada, com a embarcação (1) situada sobre o poço do insumo. A Figura 2 mostra a aproximação do catamarã gaseiro em modo de posicionamento dinâmico com relação à bóia submarina para coleta do condutor de gás, sendo que em: (A) é mostrada a aproximação da embarcação à bóia submarina (10) e o recolhimento do tubo flexível condutor do gás (11) e em (B) o tubo flexível (11) recolhido é conectado a um sistema de engate/desengate rápido (12), sendo mantido em posicionamento dinâmico, para passar a receber o gás ou a transferir o gás no modo de atracação em bóia submarina que se mantém em posição graças ao cabo de ancoragem (13).

O recolhimento e a conexão de mangotes flutuantes ou de tubos flexíveis com bóia de superfície pode ser feito de maneira similar, com a manutenção do Catamarã em posição no modo de posicionamento dinâmico.

A Figura 3 mostra uma outra concretização da invenção segundo a qual a coleta offshore é feita a partir de uma plataforma de gás natural (14), com a embarcação (1) atracada à plataforma, sendo a transferência do gás realizada através de tubo flexível ou mangote (15).

Na Figura 3 é possível visualizar a versatilidade do sistema da invenção em que o catamarã gaseiro, conectado à plataforma de produção de gás natural, pode realizar qualquer dos três tipos de operação: (a) coleta do gás natural a ser tratado; (b) entrega de gás natural comprimido para a plataforma conectada a um gasoduto destinado à transferência do gás coletado pelo Catamarã gaseiro para uma instalação situada em terra e (c) entrega de gás pressurizado para utilização de gás-lift na operação da plataforma que necessite do gás para a colocação em produção de poços de petróleo amortecidos.

Coleta do Gás Natural em Instalações Offshore

A coleta do gás natural bruto, se dá a uma pressão nunca inferior a 6 bar (600 kPa), podendo, no limite superior chegar à pressão de 270 bar (27.000 kPa), quando o gás é coletado diretamente de poços de gás não associado a óleo, em instalações offshore sem a separação prévia a bordo das plataformas. A separação prévia é feita quando o gás produzido está associado ao óleo. A transferência do gás se processa por meio de conexão especial com duplo bloqueio sendo um interno para o gás sob pressão e um externo atuando como proteção dos mecanismos contra os efeitos da ação marinha e para evitar qualquer vazamento de

gás, dita conexão sendo dotada de um dispositivo de engate/desengate rápido, incluindo válvula de bloqueio automático, que, acoplada a um tubo flexível, mangote flutuante ou outro meio apropriado, a partir de um FPSO, 5 plataforma de produção, ou de uma estrutura de superfície ligada a um ou mais poços submarinos, ou até mesmo de qualquer outra estrutura de suporte offshore ou on-shore, possibilita a ligação entre a fonte de gás natural e a embarcação do tipo catamarã da invenção, enquanto esta 10 permanecer atracada à dita estrutura.

Como mostrado nas Figuras 2, 3 e 4, em operação, a unidade de coleta funciona da seguinte forma: após o tubo flexível ou mangote (11, 15, 17), localizado na estrutura de produção offshore, por exemplo, bóia submarina (10), 15 plataforma (14) ou estrutura FPSO (16) ser conectado à embarcação (1), a válvula de bloqueio, localizada na extremidade do tubo flexível ou mangote, é aberta permitindo a transferência do gás natural desde a fonte desse insumo até o armazenamento provisório do gás natural 20 na embarcação para posterior tratamento. De preferência, a válvula de bloqueio é uma válvula tipo esfera dupla dotada de engate rápido, por exemplo, "quick connect-desconnet" para conectar o tubo flexível ou mangote (11, 15, 17) na linha de recebimento de gás no catamarã e, adicionalmente, 25 com a possibilidade de desconexão rápida em casos de emergência. Concluída a operação de transferência, ou seja, quando o gás transferido alcançar a capacidade de armazenamento provisório na embarcação, ou, se for o caso, antes de essa capacidade ser preenchida, inicia-se a

operação de desconexão. Na desconexão, primeiramente, a válvula de bloqueio que integra o conduto de transferência é fechada permitindo a desconexão segura do tubo (5, 7) de engate/desengate rápido e a subsequente desatracação da embarcação (1).

Tratamento do Gás Natural a Bordo da Embarcação Tipo Catamarã

Todo o gás natural bruto armazenado a bordo é submetido a tratamento para descontaminação, ou seja, eliminação dos componentes corrosivos ou perigosos, na unidade de descontaminação (5) para formar uma corrente de gás natural descontaminado. Os tipos de impurezas que ocorrem com frequência no gás natural produzido offshore são CO₂, H₂S e combinações desses contaminantes. Exemplos de unidades de descontaminação incluem dispositivo contativo de amina, leito catalítico, reator tipo *scrubber* ou combinações desses dispositivos.

Desidratação do Gás Natural Tratado a Bordo da Embarcação Tipo Catamarã

O sistema da presente invenção inclui uma unidade de desidratação (6) que está conectada à unidade de descontaminação (5), recebendo o gás descontaminado para remover a água. A unidade de desidratação (6) pode ser qualquer uma selecionada, por exemplo, dos tipos de adsorção de leito seco, torres de contato com glicol, unidades de membrana molecular ou combinações dessas unidades, ou, ainda, de qualquer tipo apropriado bem

conhecido dos especialistas na técnica de tratamento de gás natural bruto.

Compressão e Resfriamento do Gás Natural Tratado e Desidratado e Acondicionamento do GNC a Bordo da Embarcação

5 Tipo Catamarã

O gás natural tratado por descontaminação e desidratação é comprimido a bordo da embarcação (1) da invenção e separado das frações condensáveis, incluindo água remanescente, para posterior armazenamento nos
10 reservatórios de gás a alta pressão, preferencialmente na faixa de 100 a 270 bar (10.000 a 27.000 kPa), e mais preferencialmente, de 250 a 270 bar (25.000 a 27.000 kPa). O compressor ou compressores podem ser acionados por motor(es) elétrico(s) ou por meio de motor(es) que utilizam
15 o gás natural coletado, ou uma combinação desses dois tipos, sendo dito(s) compressor(es) dimensionado(s) para as condições operacionais (compressão do gás natural recebido a uma pressão não inferior a 600 kPa para uma pressão na faixa de 10.000 a 27.000, preferencialmente de 25.000 a
20 27.000 kPa) e sendo suficientemente flexível(eis) para ser(em) adaptado(s) às diferentes possibilidades de manuseio do gás.

Entre duas compressões sucessivas e após a última compressão do gás, é feito o seu resfriamento,
25 preferencialmente através de trocadores de calor utilizando um meio refrigerante adequado, por exemplo, água do mar ou ar atmosférico, preferencialmente água do mar. Esses trocadores de calor são amplamente conhecidos no estado da

arte e um técnico no assunto pode selecionar o tipo e dimensões adequadas aos níveis de pressão e de temperatura desejados.

Da mesma forma, os separadores de condensado são dimensionados para operação a bordo e com robustez suficiente para resistir aos movimentos da embarcação flutuante da presente invenção.

Finalmente, o gás comprimido até uma pressão final de 10.000-27.000 kPa, mais preferencialmente 25.000-27.000 kPa, é acondicionado em pelo menos um contêiner, de preferência uma bateria de contêineres, nos quais são acondicionados os reservatórios de gás comprimido de alta pressão (por exemplo, cilindros de alta pressão), de preferência acondicionados verticalmente. Os reservatórios possuem, preferencialmente, o formato cilíndrico alongado e são feitos com material resistente a esse nível de pressão, a fogo e a substâncias corrosivas. Exemplos de tais materiais são: fibra de carbono, fibra de basalto e polímeros. Preferivelmente, os reservatórios/cilindros do tipo de alta pressão são fabricados com materiais de alta resistência mecânica e ao ataque químico dos produtos presentes no gás natural e, além disso, possuindo peso reduzido como forma de diminuir o peso morto na embarcação e não elevar desnecessariamente seu centro de gravidade.

Os reservatórios/cilindros do conjunto são equipados com válvulas de bloqueio e devidamente arranjados de modo a permitir o carregamento e o descarregamento do gás natural seletivo em cascata ou a partir de todos os contêineres ao mesmo tempo, se assim for desejado.

A seletividade do arranjo dos reservatórios para o carregamento e o descarregamento pode ser efetuada por controle local ou por comando a distância a partir de uma sala de controle centralizada.

5 Assim, o gás natural coletado e acondicionado em reservatórios/cilindros a alta pressão (até 270 atm, aproximadamente 27.357 kPa) é entregue em instalações terrestres de armazenagem e comercialização, situadas a distâncias de até 1.000 milhas náuticas, onde o gás pode
10 ser: (a) parcialmente liquefeito utilizando a energia acumulada na compressão realizada a bordo da embarcação, (b) comercializado total ou parcialmente na forma de GNL e na forma de gás natural liquefeito ou comprimido para uso residencial, comercial, industrial ou veicular, ou, ainda,
15 (c) utilizado na geração de energia em termoelétricas ou como matéria prima ou como insumo energético em indústrias ou ainda transferido para gasodutos de transporte ou distribuição.

Alternativamente, o gás coletado, descontaminado e
20 desidratado pode, depois de comprimido e acondicionado nos reservatórios/cilindros e armazenado nos contêineres, ser transportado para instalações offshore próximas que não disponham de gasodutos para recebimento do gás coletado ou para realização de operações de gás-lift, em poços que
25 tenham sido amortecidos e não disponham de outra fonte de gás economicamente viável.

Descarregamento do GNC a partir da Embarcação Tipo Catamarã

Como mencionado anteriormente, uma das principais vantagens do processo e sistema da presente invenção é a maximização do aproveitamento da energia acumulada na compressão realizada a bordo da embarcação de pequeno porte, por exemplo, do tipo catamarã. Essa maximização é possibilitada pela alta pressão utilizada na compressão do gás, na faixa de 10.000 a 27.000 kPa. Esse nível de pressão permite que, na operação de descarregamento do gás comprimido diretamente em um sistema de liquefação, parte do dito gás seja liquefeito pela ação do frio gerado por efeito Joule que ocorre na expansão da outra parte do gás (fração residual) que é direcionada para armazenamento ou para o gasoduto, por exemplo.

Além dessa grande vantagem do processo e sistema da presente invenção, a alta pressão usada na compressão do gás a bordo da embarcação (catamarã, por exemplo), também contribui para a redução do gasto de energia na liquefação do gás comprimido a ser realizada em instalações terrestres, quando a destinação do GNC for para a produção de gás liquefeito.

A Figura 5 mostra, esquematicamente, os diferentes destinos do GNC produzido na embarcação, a saber: (a) para armazenamento e posterior transporte na forma de GNC; (b) para expansão e refrigeração, sendo que uma parte é liquefeita e encaminhada para armazenagem como GNL ou transporte como GNL e a outra parte, na forma de gás, é encaminhada para outros destinos, tais como gasoduto, indústrias, termoelétricas etc.

A Figura 6 ajuda a compreender a diferença do processo e sistema da invenção em comparação com o estado da técnica. No sistema e processo da invenção a energia acumulada na compressão do gás à alta pressão é aproveitada na liquefação, em instalações em terra, do gás comprimido em que parte desse gás, na liquefação com refrigeração direta, é diretamente liquefeito e a outra parte do dito gás está ainda a uma pressão suficientemente alta para reduzir significativamente o gasto energético com a liquefação. Nas instalações e processos convencionais (liquefação com refrigeração indireta com ciclo fechado), em que o gás comprimido está a uma pressão significativamente menor (4.000 kPa), além de não haver produção direta de gás liquefeito, ainda é necessário um gasto de energia para realizar a compressão da mistura de gases.

Em resumo, o sistema da invenção permite que o GNC obtido por compressão à alta pressão seja transportado na embarcação do tipo catamarã (1) e seja entregue em terra, de forma a maximizar o aproveitamento energético de tal compressão para as destinações do dito GNC, especialmente para a liquefação.

Ainda como mostrado na Figura 5, no mesmo terminal em terra está prevista a entrega dos condensados recolhidos no processo de compressão do gás para armazenamento e posterior transporte.

O descarregamento do GNC em terra é feito pela descarga do GNC nos reservatórios e/ou unidade de liquefação através de braços articulados, de tubos

flexíveis de alta pressão ou por braços apropriados de carregamento.

Para o descarregamento rápido, a partir dos reservatórios/contêineres de bordo, são utilizados os próprios compressores instalados que realizam a compressão do gás para acondicionamento nos contêineres, ou ainda o bombeamento de líquido apropriado, por exemplo, óleo, no interior dos reservatórios/contêineres de formato cilíndrico em um procedimento de formação de "pistão líquido", segundo o qual o líquido preenche o espaço ocupado antes pelo gás e força a saída, sob alta pressão, do gás armazenado.

No processo de descarregamento pelo método de pistão líquido, a queda de pressão será diminuída durante a transferência, permitindo a otimização do armazenamento em terra e a utilização da energia acumulada em processo associado de liquefação do gás ou para outras finalidades.

O gás natural pode, ainda, ser descarregado offshore em unidades de produção de gás natural ou outras estruturas ligadas por dutos a sistemas de escoamento.

A Figura 7 mostra as diferentes fontes de gás natural, as etapas de processamento do gás a bordo da embarcação de pequeno porte e as diversas possibilidades de destinação do GNC produzido no catamarã, tanto em terra como offshore.

Em especial, quando o gás é descarregado em terra, ele, preferencialmente é encaminhado para uma unidade de liquefação na qual o aproveitamento da energia acumulada na compressão possibilita uma redução significativa do gasto

energético para a obtenção de GNL. A Figura 8 é peculiarmente ilustrativa da economia de energia obtida pelo processo e sistema da presente invenção quando comparados aos processos e instalações convencionais representados, na Figura, como rotas a, b e c. De fato, a elevada pressão, em que se encontra o gás comprimido a bordo da embarcação de pequeno porte que faz parte do sistema da invenção, possibilita a liquefação para a produção de GNL e/ou a armazenagem do GNC (pulmão de GNC) com um gasto energético muito menor do que o que é empregado nos processos convencionais, por exemplo, as rotas a, b e c representadas na Figura 8. Esse aproveitamento energético não só aumenta a rentabilidade do processo de liquefação de GNC como contribui para garantir a formação de estoques estratégicos que viabilizam o fornecimento contínuo de GNL, independente das fontes tradicionais de GNL.

Alternativamente, o GNC descarregado da embarcação tipo catamarã pode ser encaminhado para um gasoduto ou para um parque de armazenamento composto de vasos de armazenamento de alta pressão (pulmão de GNC), ou de tubulações enterradas ou situadas na superfície, com capacidade suficiente para armazenar todo o gás transportado, a partir das instalações offshore, sendo tais vasos ou tubulações adequados às variações de demanda.

Os reservatórios localizados no parque de armazenamento do gás natural comprimido recebem o gás descarregado em cascata, ficando o produto armazenado a pressões diferenciadas para aumentar a eficiência do

sistema e economizar energia. Além dos reservatórios para o gás natural, no parque ainda são providos equipamentos de compressão e instrumentos de medição para auxiliar na transferência do gás ou no carregamento desse combustível em veículos transportadores de Gás Natural Comprimido.

Quando a composição do gás assim o permitir, uma possibilidade alternativa é a descarga direta do GNC em sistemas de distribuição, feita em um equipamento do tipo "City Gate" com dispositivo de regulação de pressão e de medição de vazão.

Quando for necessário atender a especificações diferenciadas, o gás natural pode ser submetido, no parque de armazenamento, a tratamentos adicionais de ajuste de ponto de orvalho, remoção de H₂S e/ou CO₂ remanescentes, ou, ainda, remoção de quaisquer condensados que surjam durante o processamento de descarga e operações subseqüentes.

Todas as operações, ou seja, coleta, tratamento (descontaminação), remoção de água, compressão, armazenamento e descarga do gás natural comprimido e dos condensáveis, são feitos a bordo da embarcação tipo catamarã da invenção, sendo o controle dessas operações feito individualmente na unidade que realiza cada operação ou de forma integrada a partir de uma sala de controle central. Os líquidos e condensados separados durante o processo de obtenção de GNC são armazenados em reservatórios próprios (tanques situados preferencialmente no convés inferior da embarcação) para posterior descarregamento em terra ou na própria plataforma ou

estrutura de suporte da coleta do gás a partir da fonte do insumo.

Devido à sua maior mobilidade, manobrabilidade e estabilidade, a embarcação tipo catamarã da invenção pode, ainda, ser deslocada para um ponto de entrega em que ela é usada como fonte de suprimento de gás natural, como combustível auxiliar ou em operações de gás-lift, na colocação em produção ou retomada de produção, por exemplo, em poços que tenham sido amortecidos e não disponham de outra fonte de gás economicamente viável.

A Figura 9 mostra, em diagrama de blocos, um esquema equivalente ao da Figura 7 que ajuda a compreender a dimensão das vantagens do sistema e processo da presente invenção em comparação com os processos e instalações do estado da técnica.

Todas as publicações e pedidos de patente mencionados na descrição são indicativos do nível daqueles especialistas na técnica à qual a invenção se refere. Todas as publicações e pedidos de patente são aqui incorporados a título de referência na mesma extensão como se cada publicação individual ou cada pedido de patente fosse especificamente e individualmente indicado para ser incorporado a título de referência.

Apesar de a invenção precedente ter sido descrita em alguns detalhes por meio de ilustração e exemplos para finalidade de clareza e entendimento, ficará óbvio que certas mudanças e modificações podem ser praticadas dentro do escopo das reivindicações que acompanham esta descrição.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito processo sendo caracterizado por compreender as etapas de:

- 5 (a) coleta do gás natural a partir de uma fonte offshore ou on-shore e acondicionamento do dito gás em reservatórios, localizados a bordo de uma embarcação, para processamento;
- 10 (b) descontaminação do dito gás para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes;
- (c) desidratação da corrente de gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco;
- 15 (d) pelo menos um estágio de compressão da dita corrente de gás natural seco;
- (e) pelo menos um estágio de resfriamento do dito gás natural comprimido para produzir uma corrente de gás natural comprimido em uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de cilindros de armazenamento de GNC;
- 20 (f) acondicionamento do dito gás natural comprimido e resfriado nos ditos cilindros dispostos em pelo menos um contêiner;
- (g) transporte do pelo menos um contêiner desde o ponto de produção offshore ou on-shore até o ponto de entrega
- 25 do gás natural comprimido; e

(h) descarga do gás natural comprimido a partir do pelo menos um contêiner, sendo que todas as etapas do dito processo são realizadas a bordo de uma embarcação de pequeno porte e sendo que a descarga do dito gás natural comprimido é realizada de modo a maximizar o aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás natural para a obtenção de GNL na liquefação realizada em terra.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a fonte a partir da qual é coletado o gás natural é uma fonte offshore.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a embarcação de pequeno porte é do tipo catamarã.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a dita coleta do gás natural é feita a uma pressão não inferior a 600 kPa.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a dita descontaminação do gás natural bruto provê a remoção de contaminantes selecionados do grupo consistindo de CO₂, H₂S e suas combinações.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que dita desidratação da corrente de gás natural descontaminado é feita por um método selecionado do grupo consistindo de adsorção de leito seco, contato com glicol, passagem da corrente de gás contendo água por membrana molecular e combinações dos mesmos.

7. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um estágio de compressão comprime o gás natural descontaminado e seco até uma pressão na faixa de 10.000 a 27.000 kPa.

5 8. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um estágio de resfriamento até uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada dos ditos cilindros de armazenamento de GNC é realizado entre duas etapas de compressão e após a
10 compressão final.

9. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um estágio de resfriamento é feito com um meio refrigerante selecionado do grupo consistindo de água do mar e ar atmosférico.

15 10. Processo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a dita descarga do gás natural comprimido é feita de forma que a energia acumulada na compressão realizada a bordo da embarcação de pequeno porte é utilizada na liquefação do gás realizada em terra.

20 11. Processo de acordo com a reivindicação 10 caracterizado pelo fato de que parte do gás natural comprimido é liquefeito diretamente, durante a dita descarga, pela utilização da dita energia acumulada.

25 12. Processo de acordo com a reivindicação 19 caracterizado pelo fato de que a dita descarga do gás natural é feita por bombeamento de um fluido apropriado no interior do cilindro.

13. Processo integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito processo sendo caracterizado por compreender as etapas de:

- 5 (a) coleta do gás natural a partir de uma fonte offshore ou on-shore e acondicionamento do dito gás em reservatórios, localizados a bordo de uma embarcação, para processamento;
- (b) descontaminação do dito gás para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes;
- 10 (c) desidratação da corrente de gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco;
- (d) pelo menos um estágio de compressão da dita corrente de gás natural seco;
- 15 (e) pelo menos um estágio de resfriamento do dito gás natural comprimido para produzir uma corrente de gás natural comprimido em uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de cilindros de armazenamento de GNC;
- (f) acondicionamento do dito gás natural comprimido e
20 resfriado nos ditos cilindros dispostos em pelo menos um contêiner;
- (g) transporte do pelo menos um contêiner desde o ponto de produção offshore ou on-shore até o ponto de entrega do gás natural comprimido; e
- 25 (h) descarga do dito gás natural comprimido a partir do pelo menos um contêiner, sendo que todas as etapas do dito processo são realizadas a bordo de uma embarcação

de pequeno porte e sendo que pelo menos parte do gás natural comprimido produzido é utilizada na geração de energia para a dita planta e para movimentação da dita embarcação de pequeno porte.

5 14. Processo integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito processo sendo caracterizado por compreender as etapas de:

10 (a) coleta do gás natural a partir de uma fonte offshore ou on-shore e acondicionamento do dito gás em reservatórios, localizados a bordo de uma embarcação, para processamento;

(b) descontaminação do dito gás para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes;

15 (c) desidratação da corrente de gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco;

(d) pelo menos um estágio de compressão da dita corrente de gás natural seco;

20 (e) pelo menos um estágio de resfriamento do dito gás natural comprimido para produzir uma corrente de gás natural comprimido em uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de cilindros de armazenamento de GNC;

(f) acondicionamento do dito gás natural comprimido nos ditos cilindros dispostos em pelo menos um contêiner;

25 (g) transporte do pelo menos um contêiner desde o ponto de produção offshore ou on-shore até o ponto de entrega do gás natural comprimido; e

(h) descarga do dito gás natural comprimido a partir do pelo menos um contêiner, sendo que todas as etapas do dito processo são realizadas a bordo de uma embarcação de pequeno porte e sendo que pelo menos parte do gás natural comprimido produzido é utilizada na colocação em produção ou retomada de produção de óleo ou de gás natural.

15. Processo integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito processo sendo caracterizado por compreender as etapas de:

- (a) coleta do gás natural a partir de uma fonte offshore ou on-shore e acondicionamento do dito gás em reservatórios, localizados a bordo de uma embarcação, para processamento;
- (b) descontaminação do dito gás natural bruto para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes;
- (c) desidratação da corrente de gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco;
- (d) pelo menos um estágio de compressão da dita corrente de gás natural seco;
- (e) pelo menos um estágio de resfriamento do dito gás natural comprimido para produzir uma corrente de gás natural comprimido em uma temperatura de até cerca de 30°C na entrada de cilindros de armazenamento de GNC;
- (f) acondicionamento do dito gás natural comprimido e resfriado nos ditos cilindros dispostos em pelo menos um contêiner;

(g) transporte do pelo menos um contêiner desde o ponto de produção offshore ou on-shore até o ponto de entrega do gás natural comprimido; e

5 (h) descarga do dito gás natural comprimido a partir do pelo menos um contêiner, sendo que todas as etapas do dito processo são realizadas a bordo de uma embarcação de pequeno porte e sendo que pelo menos parte do gás natural comprimido produzido é utilizada na operação da plataforma ou de outras estruturas offshore.

10 16. Sistema flexível integrado para obtenção de GNL e GNC e sua adequação energética, dito sistema sendo caracterizado pelo fato de compreender:

(a) um terminal de alimentação de gás natural bruto produzido offshore ou on-shore;

15 (b) uma embarcação de pequeno porte com meios de conexão ao terminal de alimentação do dito gás natural bruto e contando com pelo menos um reservatório para o acondicionamento do dito gás para processamento, sendo que dita embarcação é dotada de uma planta
20 compreendendo:

(i) uma unidade de descontaminação do gás natural bruto para produzir uma corrente de gás isenta de contaminantes,

25 (ii) uma unidade de desidratação para remoção de água do gás natural descontaminado para produzir uma corrente de gás natural seco,

(iii) pelo menos um conjunto de compressor e trocador de calor para comprimir e resfriar o gás

natural seco para obter uma corrente de gás natural comprimido,

5 (iv) pelo menos um conjunto de separadores de condensado para cada estágio de compressão, bombas e tanques adequados para a estocagem temporária das frações condensadas,

(v) pelo menos um contêiner de armazenamento de reservatórios ou cilindros para o gás natural comprimido, e

10 (v) meios de descarga do gás natural comprimido, a partir dos ditos reservatórios ou cilindros de acondicionamento de gás comprimido localizados no dito pelo menos um contêiner, utilizando pelo menos parte da energia acumulada na compressão do
15 dito gás natural para a obtenção de produtos de GNC, especialmente GNL; e

(c) ponto de entrega do gás natural comprimido selecionado do grupo consistindo de parque de armazenamento terrestre e estrutura de produção
20 offshore.

17. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte da dita energia acumulada é utilizada na unidade de liquefação do gás comprimido.

25 18. Sistema de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte da dita energia acumulada é utilizada para obter diretamente gás liquefeito.

19. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dito terminal de alimentação de gás natural bruto produzido offshore estar localizado em uma plataforma ou estrutura semelhante.

5 20. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dita unidade de descontaminação do gás natural bruto é uma unidade de remoção de contaminantes selecionada do grupo consistindo de dispositivo contativo de amina, leito catalítico, reator tipo *scrubber* ou
10 combinações desses dispositivos.

21. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dita unidade de desidratação é selecionada do grupo consistindo de unidade de adsorção de leito seco, torres de contato com glicol, unidades de membrana
15 molecular ou combinações dessas unidades.

22. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dito pelo menos um conjunto de compressor e trocador de calor realizam a compressão do gás natural recebido a 600 kPa para uma pressão na faixa de 10.000 a
20 27.000 kPa, e o resfriamento ser feito até uma temperatura de cerca de 30°C na entrada dos reservatórios ou cilindros de gás comprimido.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que dito compressor é acionado por motor
25 elétrico ou por motor movido a gás natural ou por uma combinação desses tipos de motores.

24. Sistema de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que dito trocador de calor é resfriado com um

meio refrigerante selecionado dentre água do mar e ar atmosférico.

25. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um contêiner tem formato e dimensão apropriados para abrigar reservatórios ou cilindros contendo o gás natural comprimido e é feito com material resistente a uma pressão na faixa de 10.000 a 27.000 kPa, a fogo e a substâncias corrosivas.

26. Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que ditos cilindros contendo o gás natural comprimido são equipados com válvulas de bloqueio.

27. Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que dito pelo menos um contêiner é disposto na embarcação de modo a permitir o carregamento e o descarregamento do gás natural, a partir dos cilindros, seletivamente em cascata ou a partir de todos os cilindros ao mesmo tempo.

28. Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que dito material resistente a uma pressão na faixa de 10.000 a 27.000 kPa, a fogo e a substâncias corrosivas é selecionado do grupo consistindo de fibra de carbono, fibra de vidro ou polímero.

29. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que os ditos meios de descarga do gás natural comprimido para os reservatórios de terra são braços articulados ou tubos flexíveis de alta pressão.

30. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dita descarga do gás natural comprimido é do tipo de descarregamento rápido.

5 31. Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que dito descarregamento rápido é realizado pelos compressores que realizam a compressão do gás para acondicionamento nos cilindros.

10 32. Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que dito descarregamento rápido é realizado por pistão líquido.

33. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dito ponto de entrega do gás natural comprimido é uma estrutura de produção offshore.

15 34. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que dito ponto de entrega de gás natural comprimido é uma unidade de liquefação localizada em terra.

20 35. Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que o dito ponto de entrega são reservatórios de gás natural comprimido, localizados em terra.

36. Uso do gás comprimido produzido pelo processo da reivindicação 1, utilizando o sistema definido na reivindicação 16, caracterizado pelo fato de ser na produção de gás natural liquefeito usando pelo menos parte da energia acumulada na compressão do gás natural realizada a bordo de uma embarcação de pequeno porte.

37. Uso do gás comprimido produzido pelo processo da reivindicação 1, utilizando o sistema definido na

reivindicação 16, caracterizado pelo fato de ser na geração de energia para uma planta de descontaminação, desidratação e compressão de gás natural localizada em uma embarcação de pequeno porte e na movimentação da dita embarcação.

5 38. Uso do gás comprimido produzido pelo processo da reivindicação 1, utilizando o sistema definido na reivindicação 16, caracterizado pelo fato de ser na colocação em produção ou retomada de produção de gás natural em poços que tenham sido amortecidos e não
10 disponham de outra fonte de gás economicamente viável.

39. Uso do gás comprimido produzido pelo processo da reivindicação 1, utilizando o sistema definido na reivindicação 16, caracterizado pelo fato de ser na operação da plataforma ou de outras estruturas offshore.

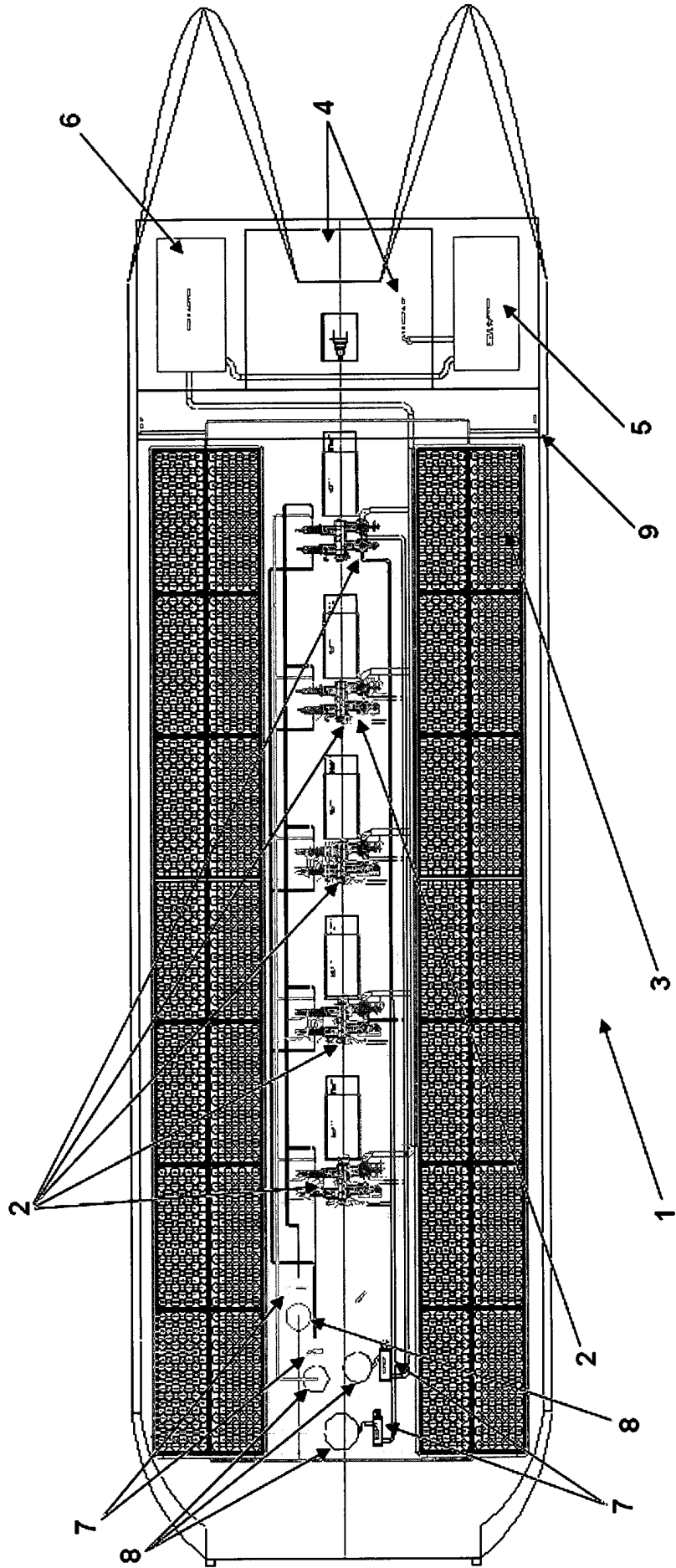


FIGURA 1

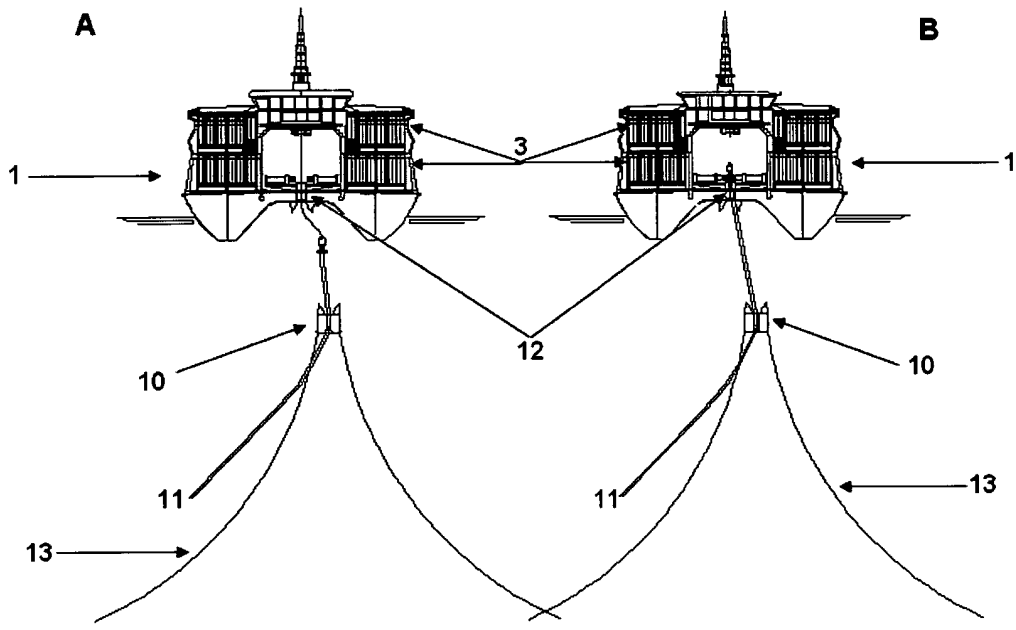


FIGURA 2

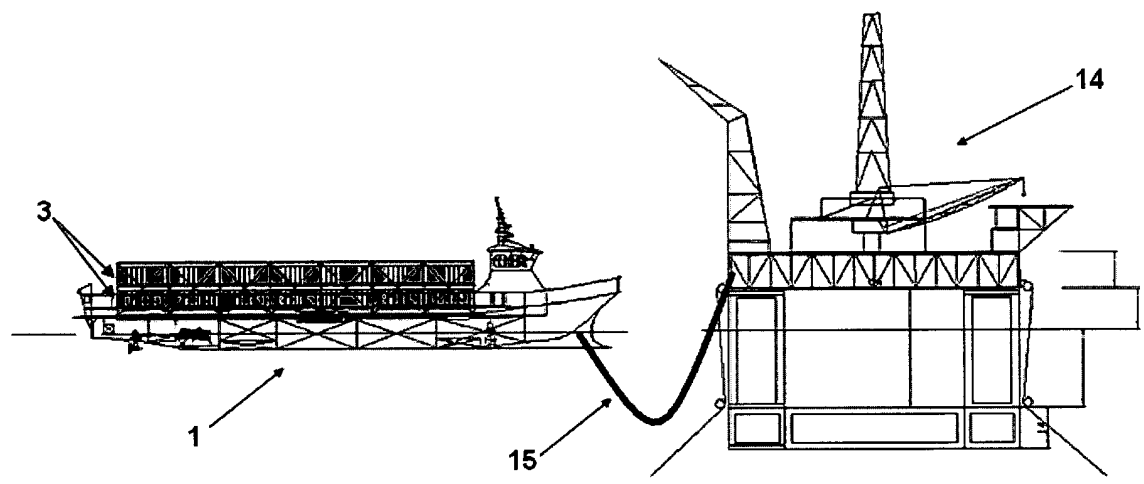


FIGURA 3

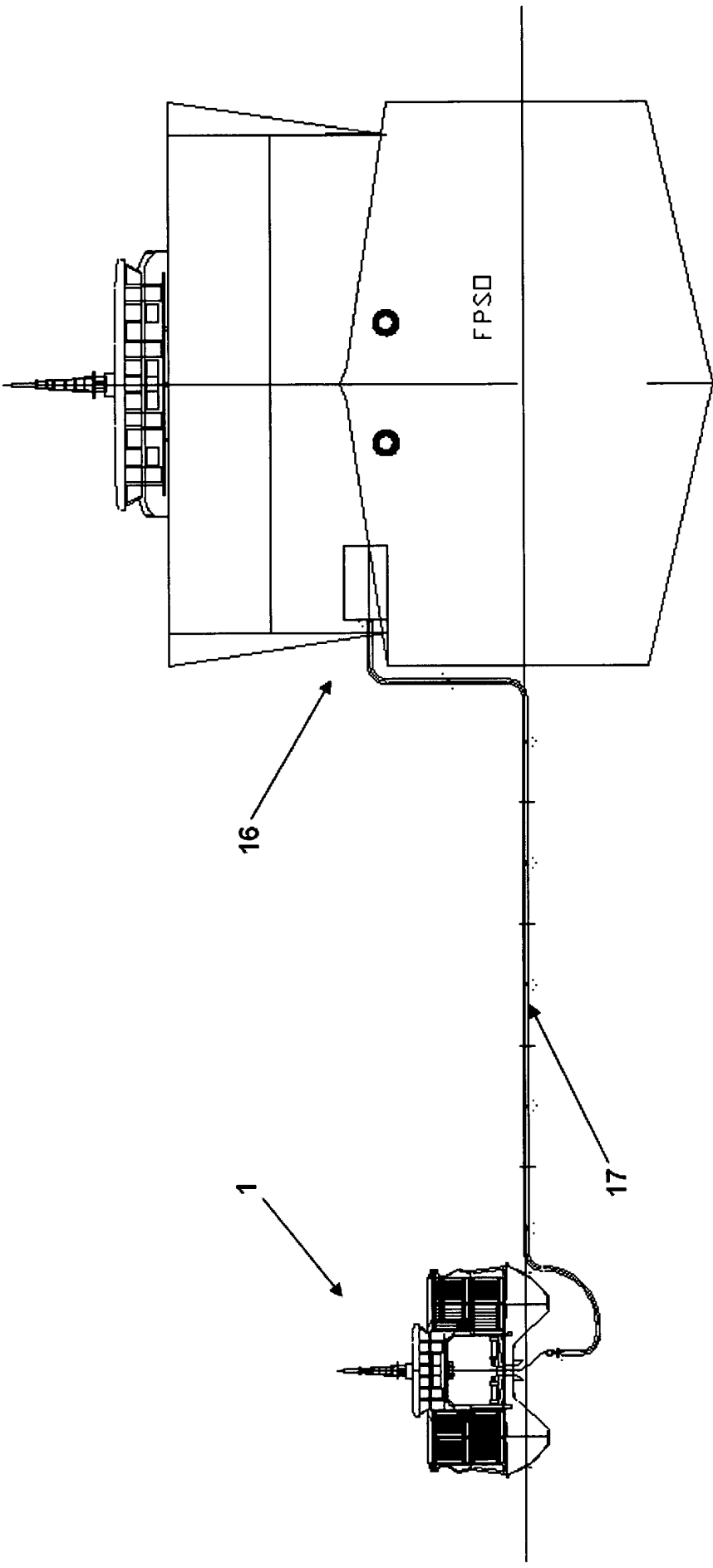


FIGURA 4

ENTREGA DO GÁS E CONDENSADOS EM TERRA

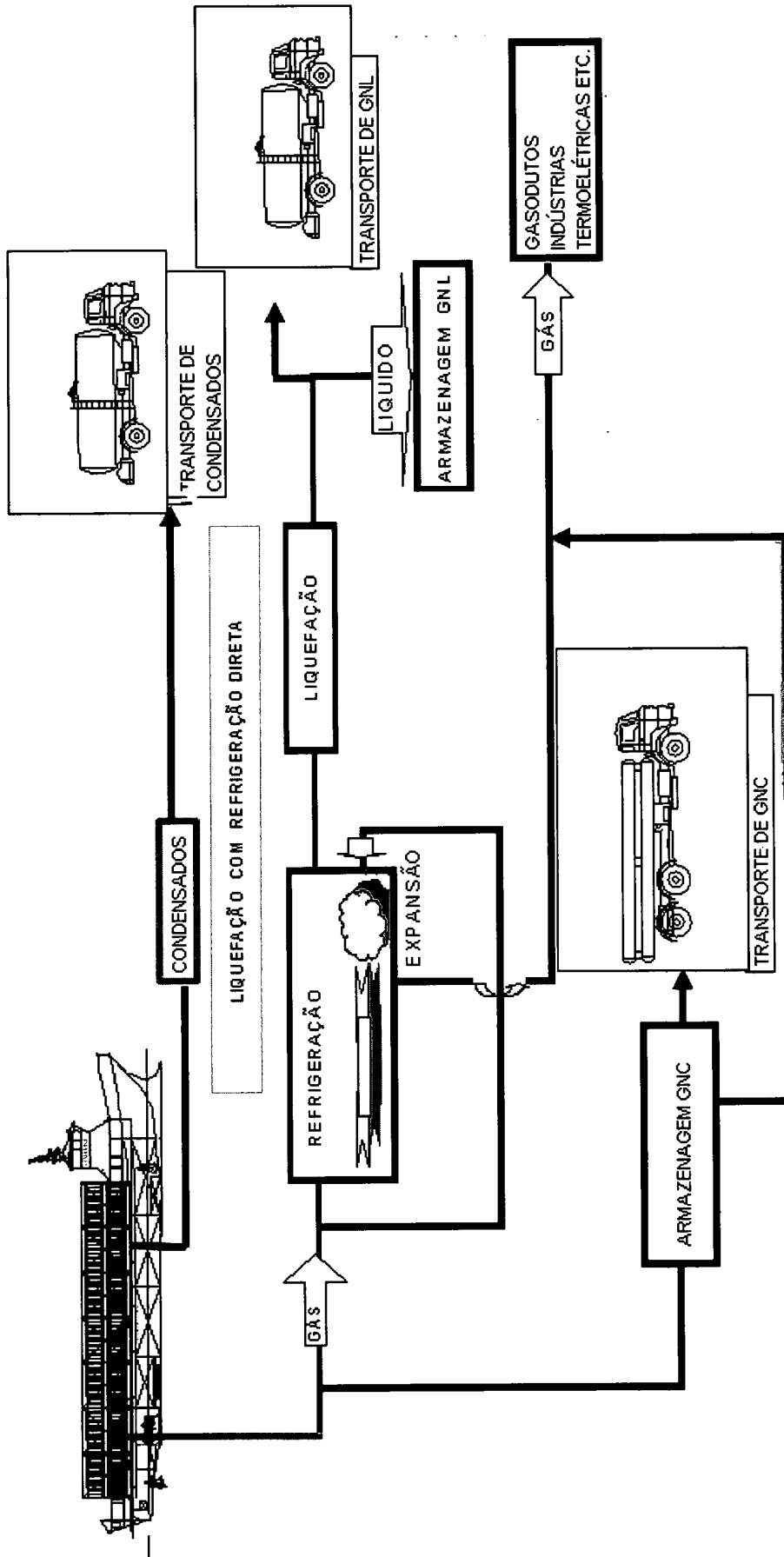


FIGURA 5

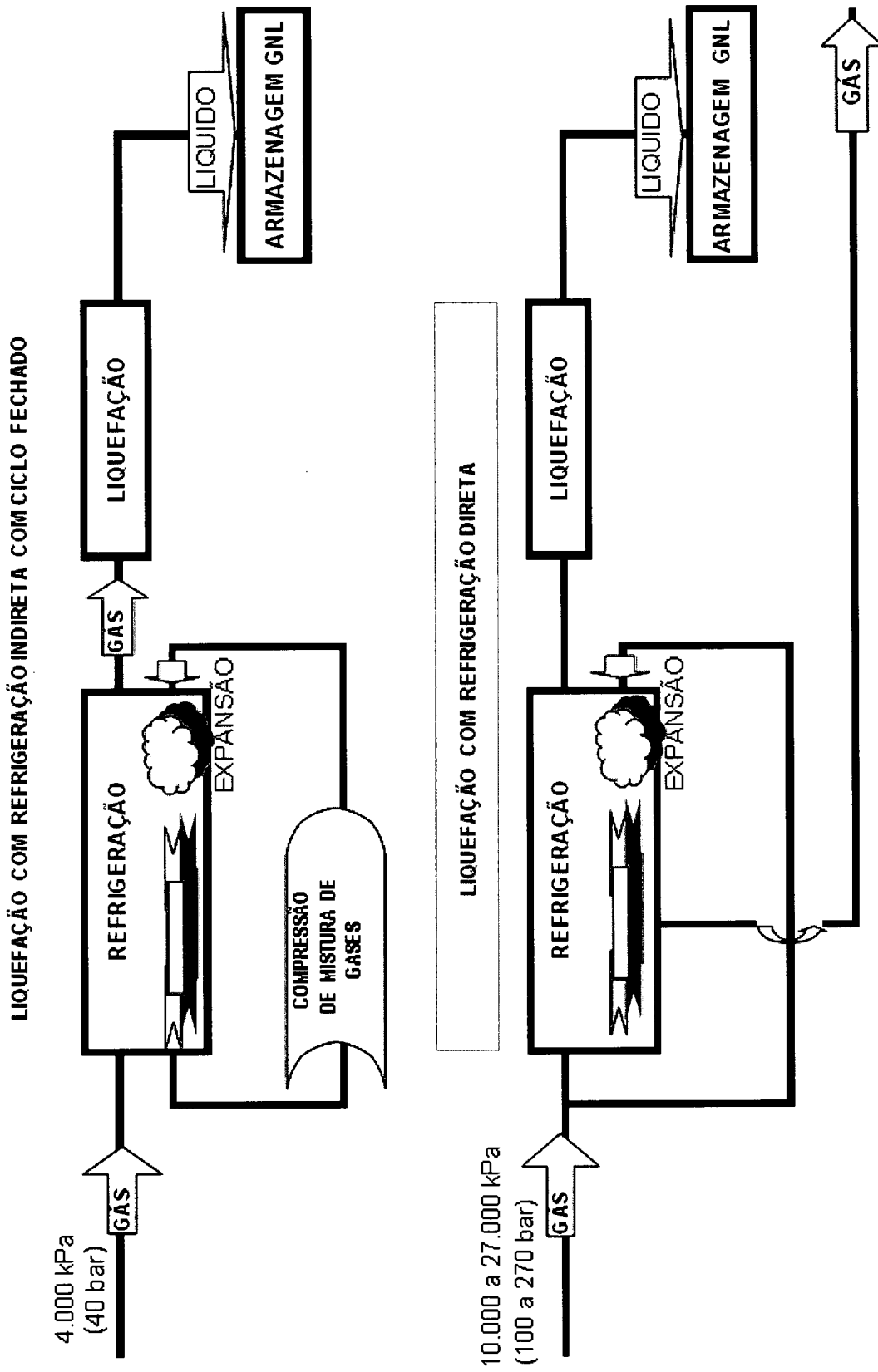


FIGURA 6

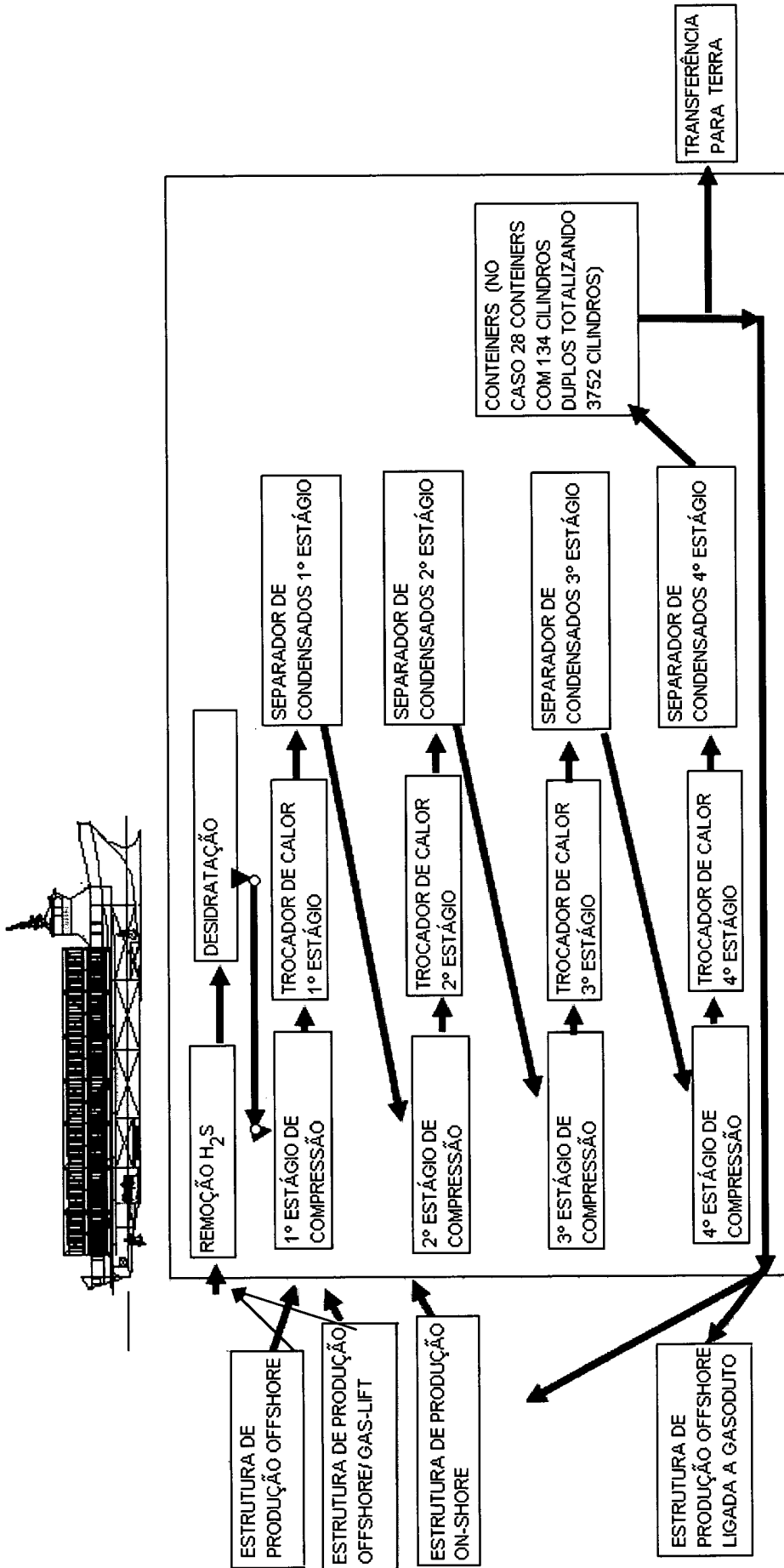


FIGURA 7

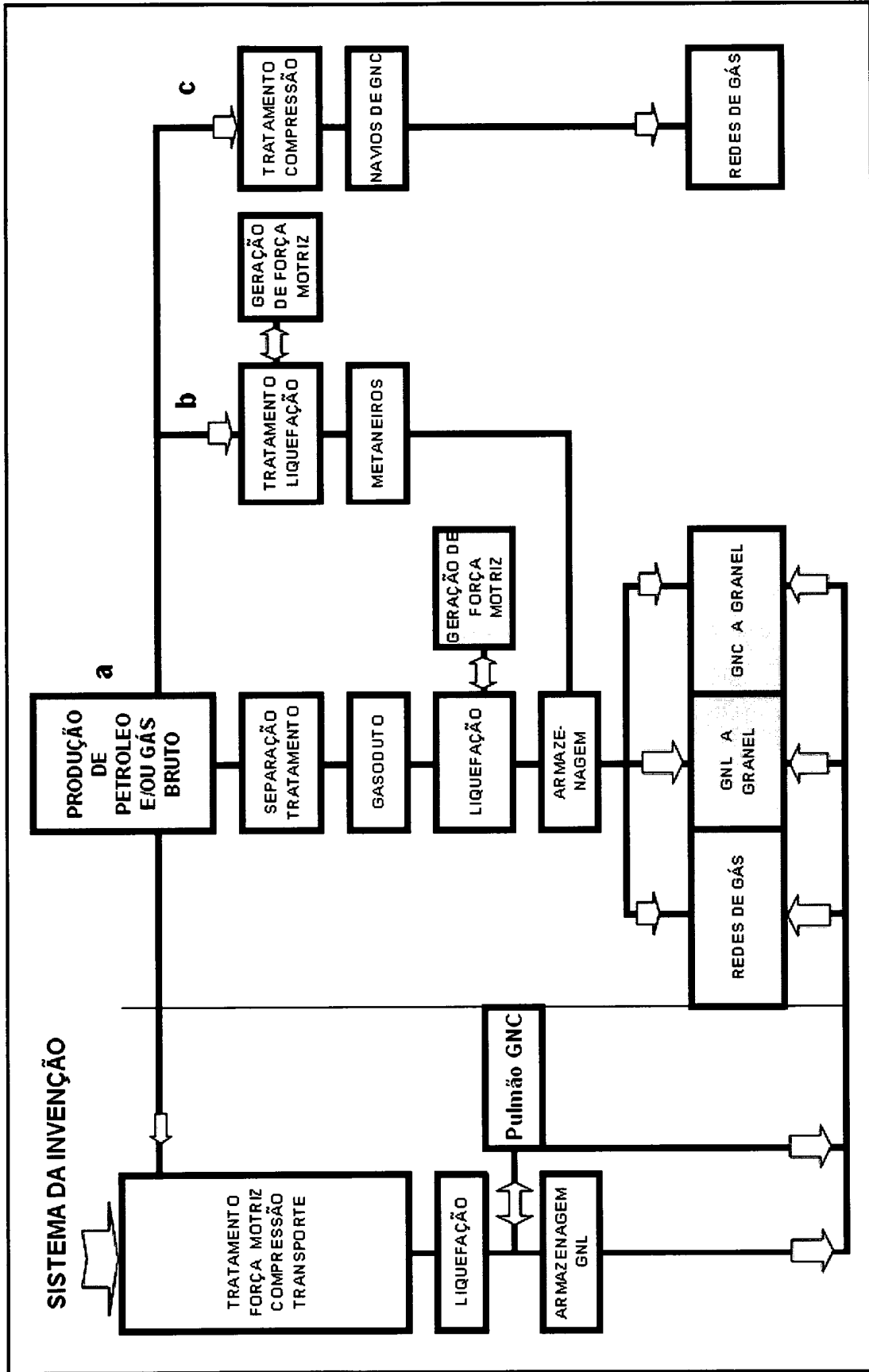


FIGURA 8

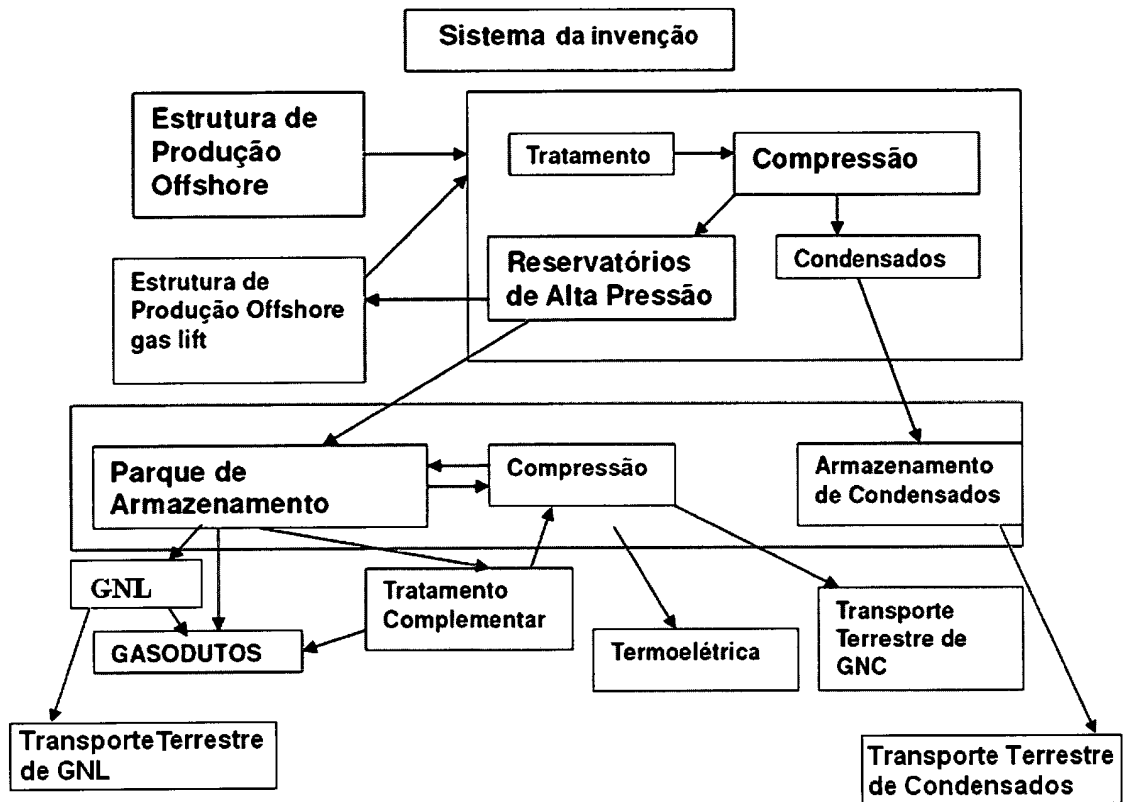


FIGURA 9

RESUMO**PROCESSO INTEGRADO DE OBTENÇÃO DE GNL E GNC E SUA ADEQUAÇÃO ENERGÉTICA, SISTEMA INTEGRADO FLEXÍVEL PARA REALIZAÇÃO DE DITO PROCESSO E USOS DO GNC OBTIDO POR DITO PROCESSO**

5 A presente invenção refere-se a um processo para a coleta, descontaminação, remoção de água, compressão e resfriamento e remoção de frações condensáveis de gás natural oriundo de uma fonte offshore, seja uma plataforma fixa FPSO (*"Floating Production, Storage and Offloading"*)
10 ou mesmo um poço ou um sistema de separação submarino dotado de equipamento para transferência de gás à superfície e conexão a uma embarcação-planta da invenção ou de uma fonte on-shore acessível por via fluvial ou marítima, dito processo sendo caracterizado pelo
15 aproveitamento da energia acumulada na compressão do gás para a sua liquefação.

 A invenção também inclui um sistema integrado flexível com capacidade de coleta e tratamento de até 600.000 Sm³/dia de gás natural produzido offshore ou onshore,
20 compressão do gás tratado, armazenagem do gás comprimido, transporte e entrega do gás e suas frações condensáveis no estado líquido, compreendendo (a) uma embarcação de pequeno porte, preferencialmente do tipo catamarã, provido de (i) meios de acoplamento à tubulação de alimentação de gás
25 natural produzido offshore ou on-shore; (ii) unidade de remoção de H₂S e outros contaminantes presentes no gás natural coletado; (iii) unidade de remoção da água presente no gás descontaminado; (iv) pelo menos um conjunto de compressor e trocador de calor para realizar os estágios de

compressão necessários à remoção das frações condensáveis do gás e resfriamento do gás descontaminado e desidratado e (v) contêineres para acondicionar o gás comprimido e tanques, preferencialmente instalados no convés inferior, 5 para armazenar as frações condensadas.