

## **Análise dos processos de obtenção do gás natural e os problemas operacionais**

*Analysis of processes to obtain natural gas and operational problems*

**Larissa Rosa Araujo** 

Fatec Praia Grande  
larissaestevamrosa@gmail.com

**Iruan Gomes Camillo** 

Fatec Praia Grande  
iruanguescamillo@gmail.com

**Antonio Jorge Ferreira Pires** 

Fatec Praia Grande  
ajpires@fatecpg.com.br

### **RESUMO**

O gás natural é um combustível fóssil que se encontra na natureza, normalmente em reservatórios profundos, associado ou não ao petróleo. Empregado em diversas áreas cotidianas como em automóveis, residências e comércios; além como fornecimento de eletricidade e calor e designado como matéria-prima na indústria petroquímica, o gás natural é de grande importância para a sociedade atualmente devido sua versatilidade. E o objetivo de analisar o processo de obtenção do gás natural e seus riscos associados, utilizando-se como metodologia para observação e problematização o Arco de Maguerez, podemos estipular riscos e hipóteses de prevenção dos problemas de cada fase operacional, devido ao caráter ácido e a presença de água e sedimentos provenientes do processo de extração e, com isso, há uma melhoria tecnológica e reduzindo impactos causados em casos de acidente.

**PALAVRAS CHAVES:** Gás Natural. Offshore. Condicionamento. Problemas.

### **ABSTRACT**

*The natural gas is a fossil fuel that is found in nature, usually in deep reservoirs, associated or not with oil, which is employed in several daily areas such as automobiles, homes and businesses; in addition to supplying electricity and heat, it may be designated as a raw material in the petrochemical industry. Natural gas is of great importance to society today due to its versatility, therefore the objective of analyzing the process of obtaining natural gas and its associated risks, using the Maguerez methodology for observation and problematization. From this perspective, we will be able to stipulate risks and hypotheses for preventing the problems of each operational phase, due to the acidic and the presence of water and sediments from the extraction process and, with this, there is a technological improvement and reducing impacts caused in cases of accidents.*

**KEYWORDS:** Natural Gas. Offshore. Conditioning. Problems.

## INTRODUÇÃO

Provindo de rochas-mãe<sup>1</sup> e acumulando-se em rochas-reservatório<sup>2</sup>, o gás natural é comumente encontrado junto ao petróleo e é um dos combustíveis fósseis mais utilizados na Terra, com projeções de superar o uso do carvão em até uma década (BRANCO, 2014).

Com sua baixa taxa de emissão de gases do efeito estufa<sup>3</sup>, vem conquistando o mercado brasileiro e mundial devido à preocupação em torno do petróleo, que está apresentando uma escassez nos reservatórios ao redor do mundo e também um impacto agressivo ao meio ambiente, tem como evidências favoráveis os aspectos tecnológicos e a rentabilidade do gás natural (PACHECO, 2008).

Com o aumento da procura pelo gás natural, é necessário que haja medidas de segurança e gestão de risco que garantam o bem-estar dos funcionários, que fazem o manuseio e controle dos equipamentos durante o processo de condicionamento, pois hoje vemos como as falhas no processo industrial levam a acidentes com impactos irreversíveis, como ocorreu em março de 2001 na plataforma P-36 da Petrobrás, que, de acordo com P. Junior *et.al.* (2001, p. 04):

A análise das causas mais prováveis do acidente permitiu identificar o evento crítico como sendo a operação de esgotamento de água do tanque de drenagem de emergência da coluna de popa bombordo, iniciada na noite do dia 14 de março de 2001. A água contaminada com resíduos oleosos presente no tanque seria bombeada para o *manifold(header)* de produção da plataforma que recebe o fluxo de petróleo e gás natural proveniente dos poços produtores. Daí, juntamente com produção de hidrocarbonetos, escoaria para a planta de processo.

Este problema que houve na plataforma P-36, do qual foi posteriormente constatado que foi devido a uma válvula meio aberta, que resultou na explosão da plataforma e o seu afundamento, mas, felizmente, não houve vítimas fatais. Sendo assim, utilizando esse acidente como princípio, quais seriam os riscos gerados durante o condicionamento do gás natural?

Trazendo o enfoque ao risco e por ser um produto gasoso, é necessário que esse sistema de gerenciamento de risco utilize de técnicas de planejamento, organização, direção e controle dos recursos humanos e materiais, no sentido de minimizar ou aproveitar os riscos e incertezas sobre o seu condicionamento, podendo essas avarias serem reduzidas a praticamente zero.

---

<sup>1</sup> Rocha que dá origem ao solo.

<sup>2</sup> Formação que ocorre após a produção do petróleo nos poros de rochas sedimentares.

<sup>3</sup> Gases do Efeito Estufa são responsáveis pela absorção dos raios infravermelhos emitidos pela superfície da Terra, dificultando a perda de calor ao espaço e mantendo a Terra aquecida.

Como objetivo, é necessário analisar as mudanças a serem tomadas para que a gestão do sistema tenha um funcionamento mais próximo da perfeição, nas previsões dos acidentes no ponto de vista operacional da instalação e segurança industrial, originadas por possíveis desvios de processo, aplicando técnicas de análise de risco e evidenciando os problemas e falhas e, assim, propor soluções mitigadoras, que garantam as condições básicas de segurança do trabalho e da plataforma.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Planeta Terra, baseado em estudos geológicos, possui bilhões de anos de idade e, durante esse tempo, houve diversos fatores que formaram a Terra como ela é reconhecida atualmente, como por exemplo, a separação de um grande e único continente: a Pangeia. Durante a separação desse supercontinente, grandes quantidades de matéria orgânica como plantas e animais mortos foram depositados no fundo dos mares e soterrados por sedimentos, o que proporcionou um ambiente perfeito, para que, milhões de anos depois, pudéssemos descobrir o petróleo e, junto a ele, o gás natural (BRANCO, 2014).

Originou-se por dois meios em rochas sedimentares, bacteriológico e térmico, sendo o bacteriológico formado por meio da degradação de matéria orgânica por microrganismos metanogênicos em meio anaeróbico e o térmico por meio da ação de micro e macro organismos, em meio anaeróbico ou aeróbico, ocorrendo a degradação durante o aumento de temperatura e pressão (THOMAS, 2004).

De acordo com Garcez (2007), foi descoberto no Irã, entre 6000 e 2000 AC, o gás natural, considerado um componente essencial em diversas áreas do mundo moderno, servindo de combustível em processos industriais e em processos acessíveis a população, como por exemplo o gás de cozinha, utilizado para cocção de alimentos.

Para Vaz (2008), é composto inteiramente por carbono e hidrogênio, de um a seis átomos de carbono, sendo o metano mais abrangente, o gás natural é considerado uma mistura de hidrocarbonetos<sup>4</sup>, tendo como definição a porção de petróleo que está na fase gasosa ou em solução no óleo, que permanece gasoso nas CNTP<sup>5</sup>. O gás natural apresenta componentes diluentes, como o nitrogênio e o vapor d'água e componentes contaminantes, como o gás sulfídrico e o dióxido de carbono e podendo ser de caráter associado ou não-associado, onde o

---

<sup>4</sup> Hidrocarbonetos são moléculas que possuem apenas carbono e hidrogênio em sua composição.

<sup>5</sup> CNTP: Condições Normais de Temperatura e Pressão (0°C e 1atm)



## 2.1 SEPARAÇÃO PRIMÁRIA

Quando o gás é retirado do poço e encaminhado a plataforma petrolífera, passa primeiramente por uma separação primária, como é visto na figura 1, onde o gás dissolvido no óleo é retirado por meio de separadores, através de separação gravitacional, sendo eles de caráter bifásico, separando somente líquido e gás; de caráter trifásico, onde a separação ocorre entre água, óleo e gás ou de caráter quaternária, onde ocorre a separação de água, óleo, gás e sedimentos (areia). Segundo Thomas (2004), o método escolhido será de acordo com o tipo de fluido que será produzido (de alta ou baixa qualidade) e da viabilidade econômica daquela extração.

Tendo o fluido adicionado na entrada do separador e se chocando com anteparos ou chicanas e a diferença de densidade que facilitam a separação do gás do óleo/água, seguem o fluxo para seus tratamentos específicos sob uma pressão de 900 kPa e uma temperatura controlada para diminuir a viscosidade do óleo e evitar que formem bolhas, que interferem na separação eficiente do líquido/gás, além de trazer outras consequências como perturbação do equilíbrio termodinâmico e a flotação (VAZ, 2008).

## 2.2 DEPURAÇÃO DO GÁS NATURAL

Em seguida do processo de condicionamento do gás natural, temos a etapa de depuração do gás, que é responsável por recolher as gotículas mais leves, principalmente de hidrocarbonetos, que foram arrastadas pela névoa na etapa anterior. Como característica, a névoa é composta por “toda e qualquer partícula líquida de diâmetro menor ou igual a 10 $\mu$ m, imersas em uma corrente gasosa” (VAZ, 2008).

Ainda em Vaz (2008), como na etapa anterior, a depuração é feita novamente em um vaso que agora é denominado como vaso de depuração, do qual é subdividido em quatro seções, sendo elas: seção de entrada, responsável por retirar maior parte de gotículas arrastadas pela névoa; seção de precipitação, da qual força gotículas mais pesadas serem decantadas pela força ocasionada pela perda de velocidade e mudança de sentido da névoa; seção de coalescência, em que utiliza-se eliminadores de névoa (dispositivo do vaso depurador) que recolhe gotículas menores e as condensa, para serem posteriormente escoadas; e a seção de drenagem, que é responsável por recolher o líquido acumulado formado por gotículas de óleo arrastadas pela névoa.

### 2.3 ADOÇAMENTO DO GÁS NATURAL

Após a etapa de depuração, há a etapa de adoçamento (ou dessulfurização com remoção de CO<sub>2</sub>) do gás natural, onde o gás é tratado para retirar contaminantes dissolvidos, dos quais deixam o gás com caráter ácido, como por exemplo, o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que são encontrados em maior abundância. Essa etapa é uma das mais importantes dentro do condicionamento do gás, pois o excesso dessa acidez pode trazer sérios problemas durante e nas próximas etapas do condicionamento, tais como a falta de segurança operacional, pois se o H<sub>2</sub>S for inalado em altas concentrações, pode ocasionar em humanos enjoos, fraqueza e até morte instantânea; baixa especificação do gás, aumentando o custo envolvido nos processos para sua especificação em *onshore* e aumento da corrosividade, podendo danificar vasos e tubulações e ocasionando paradas de manutenção com menor intervalo de tempo e possíveis acidentes (VAZ, 2008).

Ainda em Vaz (2008), como em todas as etapas de condicionamento do gás natural, nessa também há uma grande variedade de processos a serem escolhidos para uma maior eficiência no adoçamento do gás natural, utilizando-se de processos de caráter físicos ou químicos e até mesmo combinando-os. Um dos processos mais utilizados no adoçamento do gás é o processo de absorção química, empregando-se o uso de monoetanolamina como solvente, conhecido popularmente como MEA. Para a etapa de adoçamento ocorrer, é inserido na parte inferior de uma torre absorvedora o gás ácido, que é distribuído pela torre absorvedora de maneira homogênea e, na parte superior, é inserido água de diluição, para controle de corrosividade e concentração do monoetanolamina e a própria monoetanolamina (MEA). Por possuir alta reatividade com os contaminantes de maior abundância, a monoetanolamina absorve o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dissolvidos na corrente gasosa deixando o gás na sua especificação desejada, denominado de gás doce (VAZ, 2008).

Reação de neutralização do H<sub>2</sub>S:



Reação de neutralização do CO<sub>2</sub>:



## 2.4 COMPRESSÃO DO GÁS NATURAL

De acordo com Da Silva (2007), depois de percorrer os processos anteriores, o fluido independentemente da pressão do reservatório, é naturalmente despressurizado e deve ser pressurizado novamente para que seja transportado por gasodutos até as unidades de processamento, reinjetado, ou ainda para continuar o processo de condicionamento. Esse processo é realizado por um conjunto de compressores, onde chama-se sistema de compressão. Esse sistema de compressão convencional é composto por estágios de compressão, onde em cada etapa de compressão, o gás tem sua pressão e temperaturas elevadas. Com o objetivo de reduzir a temperatura, é necessário resfriadores entre os estados de compressão, da mesma forma em que é necessário os interestágios de compressão e vasos de depuradores, já que a cada resfriamento geram-se frações de condensados que devem ser eliminados. Desse modo, um sistema de compressão é um sistema de estágios subsequentes de compressores, resfriadores e vasos de depuração que aumentam a pressão do gás para o nível esperado.

## 2.5 DESIDRATAÇÃO DO GÁS NATURAL

Conforme Severiano (2018), a desidratação é a última etapa do condicionamento do gás natural, onde o seu objetivo é retirar o vapor d'água restante que persiste na corrente gasosa, mediante determinada pressão e temperatura, antes de exportá-lo para o continente para ser processado pelas Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN), nas refinarias, do qual deve-se assegurar as especificações necessárias para o mercado, segurança, transporte e processamento posterior. De forma mais precisa, a desidratação promove a prevenção de formação de hidratos, que, em baixas temperaturas cristalizam aprisionando moléculas leves de hidrocarbonetos, podendo ocasionar obstrução das tubulações e a parada no processo para correção; criação de um meio ácido e corrosivo (pela reação dos gases ácidos com o vapor d'água); e prevenindo a condensação do vapor d'água dentro das tubulações, o que pode gerar perda de carga e diminuição de vazão do fluido, decorrente a diminuição da área de escoamento.

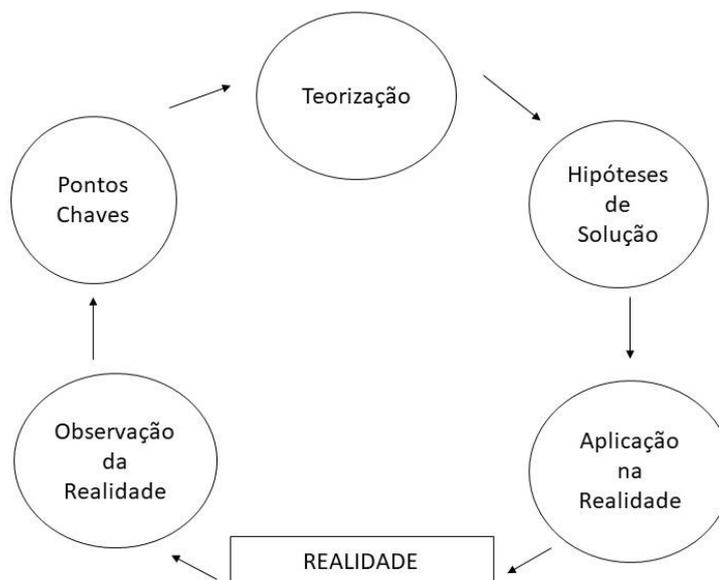
O processo de desidratação do gás natural é parecido com a etapa de adoçamento, onde há um ciclo fechado de absorção e regeneração. Na desidratação, o gás úmido entra pela base de uma torre absorvedora e sai pelo topo, passando por um glicol, sendo mais comum o trietilenoglicol (TEG), que será responsável pela absorção do vapor d'água. No fundo, o TEG rico (trietilenoglicol + água) é encaminhado para um vaso *flash*, que é responsável pela retirada

dos hidrocarbonetos leves e, posteriormente, é aquecido enquanto é conduzido para a torre regeneradora, onde fará a separação do TEG da água, tornando-o novamente em TEG pobre, que será utilizado como alimentação no topo da torre absorvedora, fechando-se o ciclo (COELHO, 2007).

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa tem caráter bibliográfico/descritivo e de estudo detalhado, com levantamento de informações através das técnicas de coleta (GIL, 2008). Para o andamento deste trabalho, foi determinado o método do Arco de Maguerez, onde tem-se cinco etapas para analisar os problemas industriais, sendo eles: observação da realidade e determinação do problema de pesquisa; pontos chave; teorização; hipóteses de solução do problema; e aplicação à realidade. Cada etapa do método do Arco de Maguerez é voltado para a solução de um problema estabelecido, tendo como foco a resolução de maneira ágil e organizada, evitando-se assim grandes perdas e acidentes, devido ao alto risco do processo do gás natural. Contudo, utilizamos pesquisas com base em livros, artigos científicos e dados de relatórios industriais.

**Figura 2 - Exemplo Arco de Maguerez**



Fonte: Sousa, 2019. Adaptação própria.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a metodologia predeterminada para a execução deste trabalho, é necessário primeiramente observar a realidade da plataforma offshore, analisando suas etapas de processo até as especificações finais do gás natural. Atualmente o gás natural é de grande importância para a economia e para o meio ambiente, se observada a questão de emissão de poluentes.

Obtendo como os pontos chaves cada etapa do processo, para obtenção do gás natural com padrões definidos. Passando por várias etapas que são de suma importância para que se chegue ao resultado esperado.

Quais seriam os problemas que possam ser gerados durante o condicionamento e processamento do gás natural?

### 4.1 VARIÁVEIS DO CONDICIONAMENTO DO GÁS

São pontos importantes no condicionamento, pois, baseando-se neles, é possível fazer uma leitura de cada etapa do processo e fazer uma avaliação se os mesmos estão operando de maneira correta ou se podem estar tendo algum tipo de problema. Separação do gás, temperatura, pressão, vazão, controle de nível. As principais são temperatura, vazão, controle de nível, pressão, teor de gás ácido, TEG na solução e pH da solução TEG.

Problemas operacionais da separação do gás: De acordo com Thomas (2004), é comum alguns problemas operacionais nos vasos separadores destacando-se: formação de espuma, obstrução por parafinas, areia e sedimentos, emulsões, arraste;

Problemas operacionais de depuração do gás: Conforme Vaz (2008), a variabilidade do gás natural, é natural que haja dificuldades durante a sua depuração que possam acarretar problemas, dos quais são: tamanho das gotículas, densidade relativa, velocidade da corrente gasosa, capacidade do líquido, contorno dos anteparos e espaço, molhabilidade da superfície;

Problemas operacionais do adoçamento do gás: Por se tratar de gases ácidos, em concordância com Vaz (2008), é natural que haja diversos problemas operacionais durante o adoçamento do gás natural, dos quais devem ter atenção redobrada para o sucesso da etapa: formação de espuma na solução de MEA, alto teor de  $H_2S/CO_2$  no gás tratado, ocorrência de corrosão na unidade, aumento de perda de MEA;

Problemas operacionais da desidratação do gás: Conforme Vaz (2008) a desidratação do gás exige uma alta eficiência em absorção do vapor d'água e, alguns problemas operacionais

podem acarretar num teor residual de água no gás tratado, sendo eles a pressão da torre absorvedora, teor de TEG na solução pobre, temperatura do gás, descontrole de pH na solução de TEG circulante, baixa eficiência do refeedor da torre regeneradora.

## 4.2 RISCOS SOCIAIS

Naturalmente é considerado que uma plataforma offshore possua perigos espalhados por toda a unidade, tornando-os riscos sociais, que será definido como todo e qualquer problema que possa expor a segurança do funcionário a possíveis danos ou fatalidades, sendo assim, eventuais acontecimentos que coloque sua integridade física e, até mesmo sua vida, em situações vulneráveis (W. NETO, 2020).

Na plataforma offshore, é considerado riscos sociais os seguintes problemas encontrados no condicionamento do gás natural, devido às variáveis do processo, sendo assim, de acordo com Vaz (2008):

Riscos sociais na separação primária: Devido ao seu processo ser baseado no nível interno de líquido/gás, sendo que a formação de espumas pode interferir na verificação do nível, dificultando a detecção de possíveis obstruções ou acúmulo de sedimentos no vaso separador, dos quais acarretam o aumento da pressão interna levando a uma provável explosão;

Riscos sociais na depuração do gás: Apresenta risco devido ao seu processo também ser baseado no nível interno do vaso depurador, onde caso os dispositivos internos não sejam sincronizados, o nível de líquido retido aumenta, podendo levar o equipamento a inundar e atrapalhar os fluxos de entrada/saída, pressurizando indevidamente outros equipamentos;

Riscos sociais no adoçamento do gás: Por ser uma etapa que manipula ácidos na sua composição. É importante que o solvente não haja espuma e que seja bem regenerado para haver uma alta eficiência do processo, pois caso contrário, o teor de gás ácido no gás tratado aumenta e, por ser ácido, ocasiona na corrosão de equipamentos e tubulações, que possam vir a ser perfurados, liberando os gases ácidos, cujo é tão tóxico quanto o gás cianeto;

Riscos sociais na desidratação do gás: Proporciona risco por ser uma etapa em que manipula a quantidade de vapor d'água que será posteriormente ajustado na refinaria, porém, caso não seja devidamente desidratado, pode haver a reação dessas moléculas de água com alguns contaminantes, resultando na formação de moléculas ácidas livre no gás, que igualmente na etapa do adoçamento, pode gerar corrosão em equipamentos, tubulações e intoxicação.

### 4.3 HIPÓTESES E SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS

Observando os riscos/problemas associados à plataforma *offshore* é possível chegar a algumas hipóteses e soluções, sendo assim, de acordo com Vaz (2008):

Hipóteses de separação primária: Em relação a formação de espuma no processo, o separador deve ser equipado com dispositivo interno para remoção de espuma, assegurando tempo e superfície de coalescência suficientes para quebrá-la. Nas obstruções de parafina é necessário extratores alternativos para permitir a entrada de vapor, ou solventes para ser efetuada a limpeza interna do separador. Quando o problema é areia e sedimentos presentes no fluido é fundamental equipamentos como jatos ou drenos para a retirada dos detritos. Já nas nos problemas e emulsões e arraste é necessário um medidor de nível, para sanar os problemas internos;

Hipóteses de depuração do gás: Ter um controle grande em relação, a velocidade da corrente gasosa;

Hipóteses de adoçamento do gás: Obter um controle de nível excelente, vazão e temperatura. Que são as variáveis controladas que tem o maior índice de problemas se sofrerem algum tipo de anomalia;

Hipóteses de desidratação: Controle de pressão, Temperatura e pH. A partir dessas circunstâncias podem alterar o produto, ou sofrer danos permanentes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado às operações existentes no condicionamento do gás natural e seus respectivos problemas, onde compreendemos que, com base na análise dos processos, é notório que a falta de manutenção, instrução e acompanhamento de cada processo pode-se gerar um grande risco aos funcionários e a plataforma, pois desencadearia diversos problemas, devido a imprevistos nas variáveis, da qual se destacam a pressão, vazão e temperatura.

Conforme foi pesquisado, o gás natural possui um caráter extremamente ácido devido as moléculas de ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ), sendo esses componentes capazes de danificar equipamentos e/ou tubulações por meio de corrosão, favorecido pela presença de gotículas de água durante o processo de obtenção do gás. Caso equipamentos e/ou tubulações sejam danificados por corrosão, poderá haver o escape desses gases ácidos que são

tóxicos ao ser humano, além de ocasionar desregulagem na pressurização dos equipamentos, podendo levá-los a explosões e a perda da vida de funcionários e do investimento feito na plataforma.

Além dos gases ácidos, outros problemas podem vir a ocorrer devido ao meio em que o gás natural é produzido; por ser encontrado em rochas sedimentares, das quais são permeáveis, durante a extração do petróleo, é comum que na separação primária há a aparição de sedimentos que ocupam grande espaço no vaso separador e a água, que está em solução homogênea com o óleo, e que acaba sendo arrastado pelo gás natural.

Devido a presença de água na corrente gasosa, é feita a desidratação do gás para poder ser enviado ao continente e ser ajustado conforme o seu destino comercial. Além da parte de desidratação servir para que a água não reaja com os resquícios de contaminantes que permaneceu após a etapa de adoçamento do gás (responsável pela remoção de gases ácidos), impede que haja a formação de hidratos.

Na busca da resposta para o questionamento deste trabalho, foi possível notar que, a metodologia aplicada foi de grande serventia para a análise dos processos de obtenção do gás natural devido às etapas do Arco de Magueres, pois o mesmo dá a oportunidade de avaliar as possíveis problemáticas e evitar que haja acidentes, entretanto, é impossível aplicar fisicamente esse estudo no ramo, pois trata-se de um trabalho teórico de caráter bibliográfico/descritivo.

Em suma, análises de risco são necessárias para que haja uma melhoria tecnológica contínua, principalmente no ramo petrolífero, que, por ser uma exploração de grande dificuldade devido as condições geográficas do petróleo e, conseqüentemente, do gás natural, evitando que haja perdas e acidentes e aumentando a produtividade da plataforma.

## REFERÊNCIAS

BRANCO, Pércio de Moraes. **Petróleo**. 2014. Cia Pesquisa Recursos Minerais CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Petroleo-1256.html>. Acesso em: 03 jun. 2020.

COELHO, Adão de Mattos. **Simulação e otimização dos processos de adoçamento e desidratação de gás natural e de refinaria**. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Química, 2007.

DA SILVA, A. L. F., DE SOUZA FILHO, J. E., RAMALHO, J. B. V. D. S. **Processamento Primário de Petróleo**. 2007.

GARCEZ, Carlos Alberto Guimarães. **Gás natural: Energia econômica e ambientalmente vantajosa**. 2007. 152 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

PACHECO, Giovanna Lamastra. **A Indústria de Gás Natural no Brasil: Sua Importância e a Diversidade na Matriz Energética Nacional**. 2008. 115p. Dissertação (Mestrado) - Curso de administração e Economia, Programa de Pós-graduação e Pesquisa, Faculdade de Economia e Finanças Ibmecc, Rio de Janeiro, 2008.

PEDROSA JUNIOR, Oswaldo Antunes; et al. **Análise do acidente com a Plataforma P-36: relatório da comissão de investigação anp / dpc**. Rio de Janeiro: Anp, 2001. 24 p.

SEVERIANO, Felipe Marcel Carvalho. **Estudo da desidratação do gás natural por absorção**. Monografia. Natal - RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Ufrn, 2018.

SOUSA, B. Alberto. **O Método da Resolução de Problemas com o Arco de Maguerez**. Alberto Barros Sousa. Disponível em: <https://sites.google.com/site/albertobarrossousa/metodologias-de-educacao/metodologia-do-arco-maguerez>. Acesso em 19 nov. 2019.

THOMAS, José Eduardo (org.). **Fundamentos de Engenharia e Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 2ª edição, 278 p.

VAZ, Célio Eduardo; MAIA, João Luiz Ponce; SANTOS, Walmir Gomes dos. **Tecnologia da Indústria do gás Natural**. São Paulo: Blucher, 2008. 416 p.

W. NETO, Nestor. **A diferença entre perigo e risco**. Disponível em: <https://segurancadotrabalhonwn.com/a-diferenca-entre-perigo-e-risco/>. Acesso em: 03 jun. 2020.