

UM ESTUDO SOBRE OS PRINCIPAIS SISTEMAS QUE COMPÕEM UMA SONDA DE PERFURAÇÃO

Danilo Augusto de Alencar Miranda ¹

Iliana de Oliveira Guimarães ²

RESUMO

Na indústria petrolífera, os principais equipamentos que compõem as sondas de perfuração trabalham em conjunto e são agrupados em sistemas. Começando pelo sistema de sustentação de cargas, que deve sustentar e manobrar as cargas no poço. Em seguida, o sistema responsável por gerar e transmitir energia para os equipamentos das sondas. Tem-se o sistema de movimentação de cargas, que realiza o movimento das colunas de perfuração, de revestimento e outros equipamentos. O sistema rotativo, que dependendo da sonda, pode utilizar a mesa rotativa (método convencional), o top drive ou o motor de fundo. O sistema de circulação, que é composto pelas fases de injeção, retorno e tratamento do fluido de perfuração. O sistema de segurança do poço, que permite o controle e o fechamento do poço em caso de *kick* ou *blowout*, trabalhando na prevenção de acidentes durante a produção de petróleo. E, por fim, o sistema de monitoração, que efetua o controle e o registro de parâmetros importantes durante a perfuração. Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre esses sistemas, suas funções e equipamentos, os quais se unem em uma tarefa conjunta, cada um tendo a sua atuação específica na atividade de perfuração de poços de petróleo e gás natural.

Palavras-chave: Sonda de perfuração, Sistemas e Equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

A perfuração de um poço de petróleo e gás natural é executada por meio de uma sonda rotativa. Seja em terra ou no mar, este é um trabalho extenso, onde as rochas são cortadas em pequenos pedaços (detritos ou cascalhos) por ação de rotação e peso aplicado sobre a broca. Os fragmentos gerados são removidos de forma contínua pela circulação do fluido de perfuração (CORRÊA, 2012; THOMAS et al, 2004). Sendo o tratamento deste dividido em fases, onde são retiradas partículas sólidas e/ou gás, adicionando quando necessário, produtos químicos para corrigir suas propriedades (POZAS, 2003).

O revestimento do poço consiste na instalação de em um conjunto de tubos de aço, que são utilizados para isolar a área de formação e fornecer proteção, alojando e sustentando alguns equipamentos (KOEHLER, 2018). Para dar suporte a esse revestimento metálico, uma pasta de

¹ Discente do Curso Técnico em Petróleo e Gás – IFPB/CG, danilo.augusto@academico.ifpb.edu.br;

² Docente do Curso Técnico em Petróleo e Gás – IFPB/CG, iliana.guimaraes@ifpb.edu.br;

cimento deve ser aplicada entre ele e as paredes do poço, evitando-se o seu desmoronamento. Depois dessa operação, a perfuração continua e o diâmetro da broca é reduzido em cada fase (TENÓRIO; MELO; SANTOS, 2018).

Desta forma, a sonda rotativa é composta de equipamentos com diferentes funções na perfuração de um poço de petróleo. Estes são reunidos nos chamados “sistemas” e se dividem em: sistema de sustentação de cargas; de movimentação de cargas; de rotação; de geração e transmissão de energia; de circulação; de segurança do poço e o sistema monitoração (THOMAS et al, 2004; CAMPOS, 2019), que serão abordados no decorrer do trabalho.

2. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre os principais sistemas que compõem uma sonda de perfuração petrolífera. A pesquisa foi feita a partir de uma coleta de informações em várias fontes como apostilas, monografias, dissertações, artigos científicos, livros e sites especializados. Foram abordados os sistema e seus equipamentos, bem como a função e a importância de cada um no processo de perfuração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

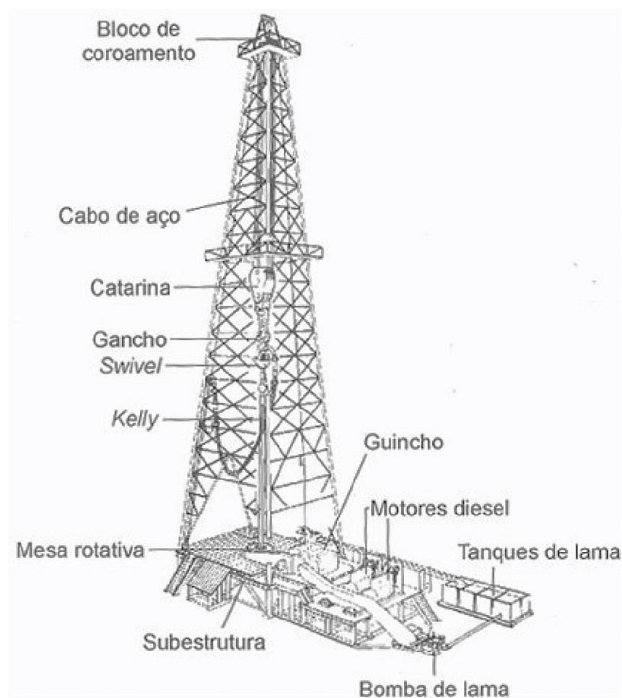
3.1 EQUIPAMENTOS QUE COMPÕEM A SONDA DE PERFURAÇÃO

Uma plataforma de petróleo é constituída por um conjunto de equipamentos, onde cada um deles tem sua função específica (figura 1). Para desempenhar um funcionamento adequado, estes trabalham em conjunto e formam os sistemas, que serão abordados a seguir (PAZ, 2013).

3.1.1 SISTEMA DE SUSTENTAÇÃO DE CARGAS

De acordo com Staniewicz (2014) e Thomas et al (2004), este sistema é composto pelo mastro ou torre, subestrutura, base ou fundação e estaleiro. Como o próprio nome diz ele tem a função de sustentar as cargas, como a coluna de perfuração ou revestimento, no poço de petróleo.

Figura 1: Esquema de uma sonda rotativa terrestre.



Fonte: Thomas et al. (2004)

3.1.1.1 Torre ou Matro

A torre é uma estrutura de aço especial, com forma de pirâmide, composta por muitas peças, as quais são montadas uma após outra. Ela deve fornecer um espaçamento vertical livre acima da plataforma que irá permitir as manobras, que consistem em operações onde a broca desgastada é retirada e substituída por uma nova, para dar continuidade a perfuração (STANIEWICZ, 2014; THOMAS et al, 2004; REIS, 2015).

Os mastros, por sua vez, são estruturas semelhantes as torres, só que subdivididos em três ou quatro seções, que são transportadas e montadas na horizontal e elevadas para a posição vertical. Estes têm sido preferidos em sondas *onshore* pela sua facilidade e menor tempo de montagem (THOMAS et al, 2004).

3.1.1.2 Subestrutura

As Subestruturas permitem criar um espaço de trabalho sob as plataformas, onde o principal objetivo é a instalação dos equipamentos de segurança do poço. Estas são formadas

de vigas de aço especial e sua montagem ocorre sobre as bases ou fundações das sondas (VIEIRA; SECCHIM, 2010).

3.1.1.3 Fundação ou Base

São estruturas com alto nível de rigidez, construídas de concreto, madeira ou aço. Elas têm suma importância na plataforma pois, apoiadas sobre o solo, devem suportar com segurança as deflexões, vibrações e deslocamentos causados pela sonda de perfuração (POZA, 2003).

3.1.1.4 Estaleiro

O estaleiro é uma estrutura de metal composta de várias vigas. Este fica localizado em frente a sonda e permite que todas as tubulações, como tubos de perfuração, revestimentos, comandos, entre outros, fiquem dispostas de forma paralela a uma passarela, para facilitar o manuseio e o transporte das mesmas (BUSSMEYER; HENKES, 2015).

3.1.2 SISTEMA DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA

Este sistema é responsável por gerar e transmitir energia para os equipamentos das sondas, por via mecânica ou diesel-elétrica. É importante ressaltar que, nesse processo, as perfurações *offshore* (marítimas) podem utilizar o gás produzido para acionar turbinas e gerar energia para toda a plataforma (THOMAS et al, 2004).

3.1.2.1 Fontes de Energia

A energia, que tem como função mover os equipamentos das sondas de perfuração, pode vir de motores a diesel. O número e energia potencial dos motores, sofrem variações conforme a capacidade projetada para as sondas de perfuração (IRAMINA, 2016). A classificação destas em mecânicas ou diesel-elétricas depende do modo de transmissão de energia para os equipamentos (POZA, 2016).

3.1.2.2 Sondas Mecânicas

Nestas sondas, a energia gerada nos motores diesel é encaminhada para a transmissão principal, chamada de *Compound*, por meio de acoplamentos hidráulicos e embreagens (POZA, 2016). Segundo Thomas et al (2004), para o *Compound* realizar esta transmissão, ele necessita da ajuda de diversos equipamentos. Este é composto por uma série de eixos, rodas dentadas e correntes, os quais são responsáveis pela distribuição de energia para todos os sistemas da sonda de perfuração. Já as embreagens permitem que os motores sejam acoplados ou desacoplados do *Compound*, trazendo com isto uma maior eficiência na utilização dos motores diesel.

3.1.2.3 Sondas Diesel-Elétricas

As sondas diesel-elétricas na maior parte das vezes são do tipo AC/DC. Nestas sondas, a geração de energia é realizada em corrente alternada, mas a sua utilização é em corrente contínua (IRAMINA, 2016). Nas sondas do tipo AC/AC (com geração e utilização em corrente alternada) a energia é fornecida por motores diesel, turbinas a gás ou utilizando a rede pública. Nelas é desnecessário a retificação da corrente, necessitando apenas do controle da frequência a qual é aplicada aos motores (THOMAS et al, 2004).

3.1.3 SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

Tem a função de realizar a movimentação das colunas de revestimento, de perfuração e outros equipamentos para dentro e para fora no poço. Ele possui uma série de componentes, onde os principais são: guincho, bloco de coroamento, catarina/gancho, cabo de perfuração e elevador (PAZ, 2013).

3.1.3.1 Guincho

O guincho de perfuração é formado por um tambor principal de grande diâmetro que fica próximo à área de perfuração. É um equipamento pesado composto também por um tambor auxiliar ou de limpeza, freios, molinetes e embreagens. Para realizar a movimentação de cargas dentro do poço, este utiliza energia mecânica, sendo sua função enrolar e desenrolar o cabo de perfuração de forma contínua (MELLO, 2014; BORGES, 2012).

3.1.3.2 Bloco de Coroamento

De acordo com Mello (2014), o bloco de coroamento é constituído por um conjunto estacionário de 4 a 7 polias fixas que se situam montadas em um eixo, o qual é erguido por dois mancais. O bloco fica localizado no topo da torre ou mastro, onde tem a função de suportar todas as cargas que lhe são transmitidas pelo cabo de perfuração.

3.1.3.3 Catarina

É um conjunto composto por 3 a 6 polias, as quais são móveis e montadas em um eixo que tem apoio nas paredes externas da estrutura da catarina. Esta fica erguida pelo cabo de perfuração que passa de forma alternada pelas suas polias e pelas do bloco de coroamento. A catarina fica presa ao gancho por uma alça localizada na parte inferior (MALOUF, 2013; THOMAS et al, 2004). Desta forma, ela não fica fixada a torre, realizando os movimentos de subida ou descida dos equipamentos no poço de petróleo (MELLO, 2014).

3.1.3.4 Cabo de Perfuração

É um cabo de aço trançado, onde cada trança é composta por diversos fios de aço, os quais possuem diâmetro reduzido. O cabo proveniente do carretel é passado e fixado em uma âncora, que está situada próxima a torre, onde se localiza um sensor que é usado para fazer medições de tensão no cabo. Isto está relacionado ao peso final que é sustentado pelo guincho (THOMAS et al, 2004).

3.1.3.5 Elevador

O elevador possui forma estrutural de um anel com duas partes, que são ligadas por uma dobradiça, a qual é muito resistente e contém um trinco especial para o seu fechamento (THOMAS et al, 2004; PAZ, 2013). Este deve segurar os tubos para transportá-los com segurança e eficiência. Ele necessita de ajuda para abrir e fechar seu mecanismo, mas dependendo do diâmetro da tubulação, existe um equipamento automático que pode ser usado, o *running tool* (MALOUF, 2013).

3.1.4 SISTEMA DE ROTAÇÃO

O sistema convencional é composto por equipamentos que realizam a rotação da coluna de perfuração, são eles: mesa rotativa, kelly e cabeça de injeção ou *swivel*. Nas sondas equipadas com *top drive*, a rotação é transmitida através de um motor de forma direta ao topo da coluna de perfuração. Existindo também a opção da perfuração utilizando um motor de fundo, que é colocado acima da broca e possibilita que a coluna fique sem movimento de rotação no momento da perfuração (POZA, 2003; THOMAS et al, 2004).

3.1.4.1 Mesa Rotativa

Tem a finalidade de transmitir rotação de um motor para a coluna de perfuração, permitindo assim que esta gire pela fácil rotatividade do kelly na sua parte interior. Este equipamento, em algumas operações, suporta o peso da coluna (IRAMINA, 2016). A mesa rotativa recebe a rotação no plano vertical, transforma para o plano horizontal e a transmite aos demais elementos do sistema rotativo. Os movimentos de rotação e potência gerados são transmitidos para a coluna de perfuração pelo o kelly e pela bucha do kelly (MELLO, 2014).

3.1.4.2 Kelly

O kelly consiste em uma haste, cuja função é transmitir rotação para a coluna de perfuração. Este pode ter dois tipos de seção: quadrada e hexagonal. A seção quadrada é mais utilizada em sondas terrestres, já a hexagonal é usada com frequência em sondas marítimas, pois apresentam maior resistência à torção, tração e flexão (COSTA, 2008; MELLO, 2014).

A bucha mestre é um dispositivo ligado a mesa rotativa, que ajuda a sustentar a coluna e transfere a rotação para a bucha do kelly. A rotação da mesa é passada da bucha mestre para a bucha do kelly e depois para o kelly, que por sua vez fica conectado a coluna, transmitindo a rotação da mesa para a coluna inteira, chegando assim até à broca (MEDEIROS FILHO, 2017).

3.1.4.3 Cabeça de Injeção ou *Swivel*

A cabeça de injeção ou *Swivel* é o equipamento que separa os elementos rotativos dos estacionários. Possui a sua parte superior fixa e a inferior conectada ao kelly. Assim, a parte

superior não realiza movimentos e a inferior gira, permitindo a rotação da coluna, onde por meio desta ocorre a injeção do fluido de perfuração (PAZ, 2013).

3.1.4.4 Top Drive

É um equipamento que proporciona a rotação da coluna de perfuração e o manuseio dos tubos. O *top drive* desliza em trilhos fixos a torre e permite o movimento vertical da coluna. Tem uma vantagem em comparação a outros equipamentos pois tem uma alta eficiência, permitindo a adição de 3 em 3 tubos a coluna de perfuração, diferente de quando se utiliza a mesa rotativa e o kelly, que só admitem o acréscimo de um tubo de cada vez, conseqüentemente diminuindo os tempos de manobras e deixando a perfuração mais rápida (MATHIAS, 2016).

3.1.4.5 Motor de fundo

Segundo Paz (2013), existe também a opção de realizar a perfuração usando um equipamento hidráulico instalado logo acima da broca, chamado motor de fundo. Este pode ser um motor tipo turbina ou de deslocamento positivo. Ele permite que a coluna fique sem movimento de rotação no momento da perfuração. Na sua parte interior ocorre a passagem de fluido da perfuração que faz gerar o torque necessário.

3.1.5 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

Esse sistema tem como função promover a circulação do fluido de perfuração e seu o tratamento. O fluido é bombeado por dentro da coluna de perfuração até a broca e volta para a superfície pelo espaço anular, carreando com ele os detritos gerados pela ação da broca. Após o seu tratamento, o fluido fica armazenado em taques, sendo os cascalhos removidos úteis para os geólogos coletarem informações e dados sobre o reservatório (STANIEWICZ, 2014; PAZ, 2013; POZAS, 2003). O sistema de circulação é composto por três fases, sendo elas:

3.1.5.1 Fase de injeção

O fluido é bombeado dos tanques para dentro da coluna de perfuração através das bombas de lama e chega ao anular entre a coluna e as paredes do poço ou revestimento por

meio dos jatos da broca. Durante a perfuração, alguns parâmetros, como pressões de bombeio e vazões, variam com a profundidade e geometria do poço e devem ser observados e ajustados pelo sondador para que a perfuração seja bem-sucedida (THOMAS et al, 2004; POZAS, 2003).

3.1.5.2 Fase de retorno

É a fase, que se inicia logo após a saída do fluido de perfuração pelos jatos da broca, percorrendo o espaço anular e é finalizada com a chegada deste ao equipamento chamado peneira vibratória, que tem a função de retirar os sólidos maiores que se incorporaram ao fluido durante a perfuração (THOMAS et al, 2004).

3.1.5.3 Fase de tratamento

O fluido de perfuração deve estar dentro das especificações e com suas propriedades ajustadas, após passar pelo tratamento, que tem como objetivo realizar a retirada das partículas sólidas e/ou gás que se juntaram a ele durante a etapa de perfuração. Se for necessário acrescentam-se também aditivos químicos que servem para fazer correções em alguns parâmetros, como densidade e acidez (POZAS, 2003).

3.1.6 SISTEMA DE SEGURANÇA DO POÇO

Esse sistema é composto pelos Equipamentos de Segurança de Cabeça de Poço (ESCP) e por equipamentos auxiliares, que fornecem a possibilidade de fechar e controlar o poço em caso de *kick* ou *blowout* (PAZ, 2013).

Kick é um fluxo indesejável de fluidos da formação para o interior do poço, que pode vir a se transformar em *blowout* se não for controlado de forma adequada, podendo causar prejuízos para as pessoas, equipamentos e ambiente (STANIEWICZ, 2014).

De acordo com Paz (2013), o equipamento mais importante é o *Blowout Preventer* (BOP), que é constituído por válvulas, as quais em caso de emergência realizam rapidamente o fechamento do poço.

3.1.6.1 Cabeça de Poço

A cabeça de poço tem em sua composição uma série de equipamentos que permitem ancorar e realizar a vedação das colunas de revestimento na superfície, como a cabeça de revestimento, carretel de perfuração, adaptadores, carretel espaçador e acessórios (PAZ, 2013).

A cabeça de revestimento é o primeiro equipamento a ser instalado na parte superior do revestimento de superfície e seus objetivos são a sustentação dos revestimentos intermediário e de produção por meio de seus suspensores e a vedação do espaço anular destes revestimentos, admitindo o acesso ao anular. Ela serve também como base para instalação de preventores e dos demais equipamentos da cabeça de poço (THOMAS et al, 2004; PAZ, 2013).

3.1.6.2 Preventores

Os preventores permitem fechar o espaço anular e podem se classificar em dois tipos: anular e do tipo gaveta. O preventor anular realiza o fechamento do espaço anular do poço perfurado. Ele consiste em um pistão que se desloca na parte interna de um corpo cilíndrico, comprimindo um elemento de borracha que é ajustado na tubulação localizada dentro do poço (MELLO, 2014; THOMAS et al, 2004). Por sua vez, o preventor de gaveta também tem a função de fechar o espaço anular do poço, sendo que esse tipo trabalha com dois pistões de acionamento hidráulico, que causam o deslocamento de duas gavetas, uma contra a outra, isto de forma transversal ao eixo do poço (POZAS, 2003).

3.1.7 SISTEMA DE MONITORAÇÃO

Esse sistema tem a função de controlar e fazer o registro de parâmetros da perfuração. Trata-se de um sistema composto por vários equipamentos (analógicos ou digitais) localizados na cabine do sondador, usados para analisar diversas variáveis importantes na perfuração de um poço (THOMAS et al, 2004; MALOUF, 2013).

Vários parâmetros devem ser monitorados, como: peso sobre a broca, volume de lama nos tanques, pressão de bombeio, torque na mesa rotativa, entre outros. O painel do sondador fornece essas informações e auxilia a identificar anomalias e detectar problemas, que são registrados e utilizados pelos geólogos nos próximos poços a serem perfurados (IRAMINA, 2016; RIBEIRO, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este trabalho, pode-se perceber que cada sistema que compõe uma sonda de perfuração constitui uma sequência de equipamentos, que atuam de forma conjunta para realizar determinada função na perfuração de um poço.

Começando pelo sistema de sustentação de cargas. Foi explicada sua função e seus equipamentos constituintes. Em seguida, abordou-se o sistema encarregado de gerar e transmitir energia para o funcionamento dos equipamentos de uma sonda de perfuração e o sistema de movimentação de cargas, que deve realizar o movimento das colunas de perfuração, de revestimento e outros equipamentos no poço.

Foi visto que, de forma convencional, o giro da coluna de perfuração é realizado pela mesa rotativa e nas sondas equipadas com top drive, o movimento é transmitido através de um motor conectado ao topo da coluna. Existindo também a opção de usar um motor de fundo, que deve ser instalado acima da broca, permitindo que a coluna fique sem movimento de rotação.

Estudou-se que, durante as fases de injeção, retorno e tratamento do sistema de circulação são retirados do fluido de perfuração os detritos e/ou gás que foram incorporados a este durante a perfuração e, se for preciso, são acrescentados aditivos químicos que servem para fazer correções em suas propriedades.

Tendo-se ainda o sistema de segurança do poço, cujos principais componentes são a cabeça de poço e os preventores, que tem como função impedir *kicks* e *blowouts*, servindo assim para evitar acidentes durante a produção de petróleo. E, por fim, o sistema de monitoração, que indica e faz o registro de parâmetros da perfuração através do painel do sondador.

5. REFERÊNCIAS

BORGES, I. S. **Guincho de perfuração**. Monografia (Curso de aperfeiçoamento de oficiais de máquinas), Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 50p, 2012.

BUSSMEYER, E. C.; HENKES, J. A. **Gestão Ambiental na Indústria do Petróleo: Sistema de gestão ambiental nas sondas de perfuração**. p. 396 - 462., R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 3, n. 2, out. 2014/mar. 2015.

CAMPOS, N. C. **Proposta para seleção de peneiras vibratórias no sistema de tratamento de lamas em sondas de perfuração**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Petróleo), UFAM, Manaus, 83p, 2019.

COSTA, A. S. **Operador da sonda de perfuração**. 32p, Petrobras, volume único, Rio Grande do Norte - Mossoró, 2008.

CORRÊA, L. S. **Noções sobre exploração perfuração, produção e microbiologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1ª Edição, 2012.

IRAMINA, W. S. **Engenharia de perfuração, sistemas de uma sonda de perfuração**. Notas de aula (Engenharia de Minas e de Petróleo), USP, São Paulo, 2016.

KOEHLER, L. P. **Projeto de revestimento de poços e suas especificidades**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica), UFF, Niterói, 80p, 2018.

MALOUF, L. R. **Análise das operações de perfuração de poços terrestres e marítimos**. Projeto de Graduação (Engenharia de Petróleo), UFRJ, Rio de Janeiro, 138p, 2013.

MATHIAS, V. M. **Coluna de perfuração em poços de petróleo**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia de Petróleo), UFRN, Natal, 53p, 2016.

MEDEIROS FILHO, R. H. N. **Caracterização Microestrutural da Camisa de um Alargador de Furo de Poço de Petróleo**. Monografia (Engenharia Mecânica), UFERSA, Mossoró, 57p, 2017.

MELLO, E. V. **Top drive: aplicações e experiências em sistemas de perfuração**. Monografia (Graduação em Engenharia de Petróleo), UFF, Rio de Janeiro, 112p, 2014.

PAZ, L. J. L. **Perfuração com uso de revestimento**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Petróleo), UFF, Niterói, 76p, 2013.

POZAS, L. F. **Predição do desgaste de brocas para perfuração de poços de petróleo utilizando redes neuronais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), UFSC, Florianópolis, 101p, 2003.

REIS, A. G. R. **Principais processos em uma plataforma marinha offshore**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química), UNIFAL, MG, 40p, 2015.

RIBEIRO, R. **Sistema de sonda**. SlideShare. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MoissAlmeidaPintoRod/apostila-de-sistemas-de-sonda-ronaldo-ribeiro>. Acessado em 28 de dezembro 2020.

STANIEWICZ, A. J. B. **Atividade de perfuração offshore e os impactos causados pelo fluido de perfuração e cascalho**. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento Náutica Da Marinha), Centro Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 60p, 2014.

TENÓRIO, J. K. F.; MELO, J. M. F.; SANTOS, J. P. L. **Importância da cimentação na estabilidade de poços de petróleo: um estudo de caso**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC'2018, Maceió - AL, 5p, 2018.

THOMAS, J. E. (Organizador) **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

VIEIRA, R. M. T; SECCHIM, T. N. **Comissionamento de um sistema típico de produção: poço**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Condicionamento/Comissionamento), UFES, Vitória, 79p, 2010.