

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NA BACIA DA FOZ DO AMAZONAS

Paulo Apicelo de Souza Pereira

UFF – Instituto de Ciência e Tecnologia, Rio das Ostras/RJ - Brasil, pauloapicelo@id.uff.br

Flávia Misson Cordeiro Shimabukuro

FeMASS, Macaé/RJ - Brasil, flavia.misson@gmail.com

Resumo: *O petróleo é o principal produto comercializado no mundo e de modo a continuar fornecendo riqueza para o país, faz-se necessária a busca por novas fronteiras e depósitos que sejam economicamente viáveis. E é nesse contexto visionário que os geólogos estão se aprofundando cada vez mais nos estudos sobre a Foz do Amazonas e outras bacias da Margem Equatorial. Com características únicas, a região possui uma extensa quantidade de rios e florestas, o que dificulta o desenvolvimento da infraestrutura, levando à problemas nos serviços de energia, comunicação e transporte. Entretanto, se confirmado o potencial exploratório das bacias, todo o investimento será recompensado. Diante destes desafios e podendo atuar em diversas áreas do conhecimento, o Engenheiro de Produção deve se preparar muito bem e será necessário dominar alguns conteúdos técnicos para aumentar suas chances de sucesso, entre eles a cadeia produtiva do petróleo, principalmente na Região Norte do Brasil.*

Palavras-chave: Petróleo, Foz do Amazonas, Margem Equatorial, Engenheiro de Produção, Desafios.

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR THE PRODUCTION ENGINEER IN THE EXPLORATION AND PRODUCTION OF OIL AND GAS IN THE FOZ DO AMAZONAS BASIN

Paulo Apicelo de Souza Pereira

UFF – Instituto de Ciência e Tecnologia, Rio das Ostras/RJ - Brasil, pauloapicelo@id.uff.br

Flávia Misson Cordeiro Shimabukuro

FeMASS, Macaé/RJ - Brasil, flavia.misson@gmail.com

ABSTRACT: *Oil is the main product traded in the world and in order to continue providing wealth for the country, it is necessary to search for new frontiers and deposits that are economically viable. And it is in this visionary context that geologists are increasingly deepening their studies on the Foz do Amazonas and other basins on the Equatorial Margin. With unique characteristics, the region has an extensive amount of rivers and forests, which hinders the development of infrastructure, leading to problems in energy, communication and transport services. However, if the exploratory potential of the basins is confirmed, all the investment will be rewarded. Faced with these challenges and being able to work in different areas of knowledge, the Production Engineer must prepare himself very well and will need to master some technical content to increase his chances of success, including the oil production chain, mainly in the North of Brazil.*

Keywords: *Oil, Foz do Amazonas, Equatorial Margin, Production engineer, Challenges.*

1. Introdução

O presente trabalho é um esforço para identificar e analisar os principais desafios para um Engenheiro de Produção, que serão encontrados ao longo de todo o processo de exploração e produção de petróleo e gás, na Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas.

Atualmente, várias outras bacias sedimentares já se encontram em fase de plena exploração. Dentre as 30 existentes no Brasil, produz-se óleo e gás em 12 delas, sendo as principais em termos de produtividade, as Bacias de Santos e Campos, respectivamente. A primeira está em seu auge e na segunda, os principais campos atingiram a fase madura, o que significa que já tiveram seu ápice.

Teixeira (2005) afirma que o petróleo é o principal produto comercializado no mundo. De modo a continuar fornecendo riqueza para o país e mantendo a economia brasileira menos dependente da importação desse recurso, faz-se necessária a busca por novas fronteiras e depósitos que sejam economicamente viáveis. E é nesse contexto visionário que os geólogos estão se aprofundando, cada vez mais, nos estudos sobre a Foz do Amazonas e outras bacias da Margem Equatorial, como Pará-Maranhão, Barreirinhas, Ceará e Potiguar.

Há uma grande expectativa devido à similaridade geológica da região com as Guianas e o Suriname, onde recentemente foram descobertas reservas gigantescas de hidrocarbonetos, tendo o principal bloco atualmente em produção uma reserva comprovada de onze bilhões de barris de óleo equivalente. Comparativamente, o Campo de Lula, maior campo produtor do Brasil, possui uma reserva comprovada de cinco a oito bilhões de barris.

Além disso, reforçando a hipótese da presença de grandes campos petrolíferos no litoral norte do país, há também as descobertas em águas profundas de Gana, na África, que possui evolução geológica análoga à costa brasileira, baseada na Teoria da existência da Pangeia e da Deriva Continental. Entretanto, lá as reservas comprovadas são um pouco menores, da ordem de três bilhões de barris, mas, ainda assim, representam um grande volume em números absolutos.

Mesmo com esse cenário tão otimista em relação aos aspectos geológicos, reforçados pelos estudos já feitos nas últimas décadas, os desafios para que os derivados desses produtos, uma vez lá extraídos, cheguem ao mercado consumidor são complexos, a começar pela localização da Bacia, no extremo norte do Brasil, estendendo-se pela plataforma continental dos estados do Pará e Amapá.

Ademais, na parte marítima da Bacia, existe ainda um vasto conjunto de recifes de corais, que perfaz uma área total estimada em 56.000 km². Logo, segundo análises preliminares do Greenpeace, a exploração poderia causar degradação ambiental local e transfronteiriça, não afetando somente o agrupamento de corais, mas também o mar territorial da Guiana Francesa e de países caribenhos, caso haja vazamento de óleo.

Nas próximas páginas, este trabalho discorrerá superficialmente sobre a geologia e o potencial exploratório do local, discriminando os estudos já feitos bem como o que pode ser inferido a partir deles. Abordará também as adversidades que serão encontradas, de cunhos logístico, ambiental e organizacional, para que o Engenheiro de Produção possa melhor se preparar para enfrentá-las, destacando quais os conteúdos o profissional deve dominar para aumentar suas chances de sucesso nessa empreitada.

É objetivo geral do presente trabalho identificar, de forma exploratória, a partir das recentes pesquisas feitas na Bacia e em comparação com os maiores polos petrolíferos do Brasil, alguns dos principais desafios que serão encontrados ao longo das etapas de exploração e início da produção de

petróleo e gás na Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas, região ainda pouco desenvolvida do país, perpassando pelas áreas de atuação do Engenheiro de Produção.

O trabalho em questão justifica-se pelo fato de o petróleo ser o principal recurso natural comercializado no mundo e por ter característica não-renovável, logo, cria-se a necessidade de se buscar por novos depósitos e é nessa conjuntura que áreas distantes dos principais polos petrolíferos e ainda sem infraestrutura podem ganhar destaque, como é o caso da Bacia da Foz do Amazonas.

Para a ANP, a região é classificada como potencial para a descoberta de gás e óleo leve, com indícios de hidrocarbonetos nos poços de águas rasas e profundas já feitos pela indústria.

Em 2013, pela primeira vez, seis blocos de petróleo em sua região marítima foram ofertados pela ANP e arrematados em um leilão por um consórcio formado pela Total e pela BP, juntamente com a Petrobras, petroleira estatal nacional. Após cinco anos e quatro pedidos de licenciamento ambiental para a exploração negados, as estrangeiras decidiram se retirar do projeto, vendendo totalmente suas parcelas de participação para a Petrobras, e em fevereiro de 2022, a ANP finalmente aprovou a transferência. Em agosto do mesmo ano, a petroleira apresentou ao órgão ambiental responsável um pedido de licença de operação, o qual ainda aguarda uma resposta.

Para que o projeto dê certo, será preciso a ajuda das novas tecnologias digitais, na tentativa de reduzir os altos custos associados ao desenvolvimento de uma nova fronteira, como também descobrir meios de transpor os difíceis problemas logísticos, os entraves ambientais relacionados ao Rio Amazonas e sua foz e aos corais de recifes, e a aceitação e apoio das comunidades locais.

Se tudo ocorrer bem, a perspectiva é que haja um grande desenvolvimento não só localizado, mas em todo o país, gerando emprego e renda para os brasileiros.

2. Metodologia

Com a finalidade de obter as respostas e resultados sobre o objeto de estudo, foi utilizado o método de pesquisa descritiva e exploratória, partindo de uma revisão bibliográfica com livros, artigos publicados, dissertações e estudos similares. Segundo Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Logo, é a revisão da literatura que possibilitará explicitar o universo de contribuições científicas de autores sobre temáticas específicas e neste trabalho, os fundamentos teóricos conceituais serviram, principalmente para aprofundamento da temática sobre petróleo e o panorama geológico.

A análise trata-se de uma pesquisa aplicada, que se concentra em torno dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais.

O estudo tem ainda caráter qualitativo, com ênfase na observação e estudo documental. Os dados foram consultados em tabelas e gráficos disponíveis em sites do governo brasileiro, como é o caso da ANP (2023) e do IBGE (2023), e organizações internacionais, como a IEA - *International Energy Agency* (2021).

Para a construção do Quadro de Análise, que apontam os desafios do processo de descoberta e exploração da nova fronteira e foram correlacionados com algumas das possíveis e notáveis disciplinas da graduação, de diferentes áreas do conhecimento de um Engenheiro de Produção, como Introdução à Engenharia do Petróleo, Engenharia Econômica, Logística, Gestão Ambiental, Planejamento e Controle da Produção, Qualidade, entre outras.

Em seguida, os pontos levantados foram destrinchados e relacionados com as áreas de atuação e atribuições do profissional de Engenharia de Produção e, quando era o caso, com o que já se sabe atualmente, como a situação do licenciamento ambiental e a cidade escolhida para ser a base aérea das operações na região. Visto isso, há ainda uma análise sobre quais as habilidades que provavelmente serão demandas dos colaboradores envolvidos nesse projeto, que se inicia e que trará grandes retornos para o país e conseqüentemente, para a população, ao longo de vários anos.

3. Fundamentação teórica

3.1. Geologia da Bacia

Localizada na porção oeste da Margem Equatorial Brasileira, a Bacia da Foz do Amazonas situa-se no extremo norte do país e estende-se pela plataforma continental dos estados do Pará e Amapá. Segundo dados do SGB/CPRM (2023), Serviço Geológico do Brasil, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a bacia abrange uma área de aproximadamente 350.000 km², incluindo a plataforma continental, talude e região de águas profundas, até o limite entre as crostas continental e oceânica. Desse total, a parte brasileira equivale à 268.000 km² (BRANDÃO e FEIJÓ, 1994), dos quais 55% corresponde à plataforma continental, que se estende até a cota batimétrica de 200 m, e 45%, à região de águas profundas, conhecida como Cone do Amazonas (BRUNO, 1987) e os outros 82.000 km² pertencem à Guiana Francesa.

A Bacia da Foz do Amazonas se formou durante a abertura da África e da América do Sul, na Deriva Continental, cuja ruptura se deu no começo da Era Cretácea (BRANDÃO e FEIJÓ, 1994).

3.2. Potencial exploratório da Bacia

Segundo Cruz et al. (2021), após as descobertas significativas de óleo na Margem Equatorial Africana e, posteriormente, na Bacia da Guiana-Suriname, o interesse exploratório nas bacias sedimentares que compõem a Margem Equatorial do país aumentou.

O campo de *Jubilee*, descoberto em 2007, localizado a 60 km da costa de Gana, entrou em processo de produção em 2010. Sua reserva comprovada é de cerca de três bilhões de barris, com uma expectativa de que esse número seja ainda maior, de aproximadamente cinco milhões de barris. E a sua produção média diária de petróleo é em torno de 105.000 barris/dia (CRUZ et al., 2021).

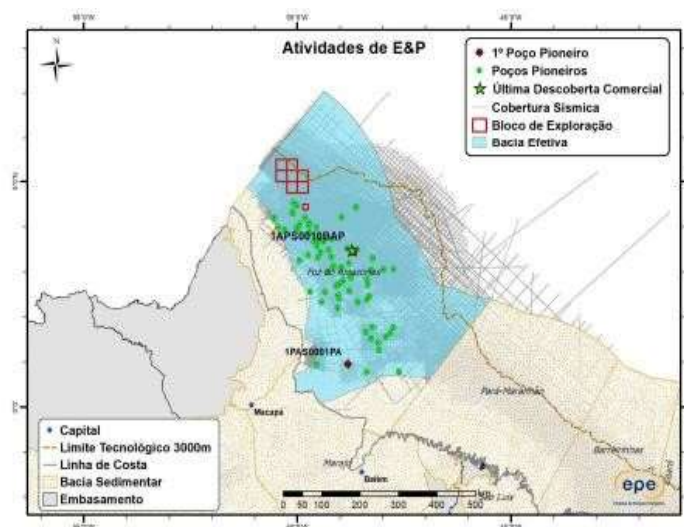
Já o campo de Liza, na costa da Guiana, descoberto em 2014, iniciou sua produção em 2019. Seu potencial exploratório foi confirmado e sua taxa de produção de petróleo é de 120.000 barris/dia, com uma expectativa de que sua reserva seja de cerca de oito milhões de barris de petróleo em termos de volume recuperável (BAUDOT et al., 2017; *Exxonmobil*, 2020).

Conforme Caputo (2015), a Bacia do Amazonas possui um volume bem maior de estudos geológicos publicados do que as demais bacias sedimentares do norte de Brasil. Thomas (2001) define poços pioneiros como os que são utilizados para avaliação e delimitação da jazida, caso existam, pois as informações oriundas desses poços são cruciais para o prosseguimento da campanha exploratória. Após a avaliação dessas perfurações, a ANP classificou a região como potencial para a descoberta de gás e óleo leve, com indícios de hidrocarbonetos encontrados nos poços de águas rasas e profundas. Segundo cálculos dos geólogos, haveria na região até 14 bilhões de barris de petróleo.

A figura 1 mostra que vários poços já foram perfurados na região e em nenhum deles foi encontrado óleo, entretanto, esses poços não estão na região em que se teria sucesso na Foz do

Amazonas. Por muito tempo se explorou a região do Cone Amazônico e hoje entende-se que o potencial não está lá, mas sim em outra região. O mapa mostra também os blocos de exploração já leiloados pela agência nacional, em 2013.

Figura 1 - Mapa das atividades de E&P de óleo e gás na Bacia da Foz do Amazonas



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás (2021)

A companhia, em seu último Plano Estratégico, que abrange os anos de 2022 a 2026, apresentou uma previsão de investimento, não somente nas bacias do pré-sal, como foco para exploração e produção, mas também na busca de outras reservas, na Margem Equatorial, com o intuito de estudá-las e, posteriormente, aproveitá-las. Conforme relatório divulgado, o CAPEX exploratório, ou seja, os fundos usados para adquirir, atualizar e manter ativos físicos, será de US\$ 5,5 bilhões, sendo aproximadamente US\$ 2 bilhões destinados exclusivamente para a região.

3.3.Cadeia Produtiva do Petróleo e do Gás

A cadeia produtiva desses hidrocarbonetos pode ser descrita e decomposta em seis grandes grupos de atividades: exploração, desenvolvimento, produção, refino, transporte e distribuição. E este complexo processo pode ser segmentado de diversas formas, sendo uma bastante comum a divisão em *upstream* (exploração, desenvolvimento e produção) e *downstream* (refino, transporte e distribuição) (JÚNIOR, 2005).

Antes de um poço começar a produzir em proporções comerciais, ele passa pela fase de exploração que envolve toda a aquisição de dados sísmicos, gravimétricos, geoquímicos, perfuração e avaliação de poços, dentre outras. Já a fase operacional de desenvolvimento da produção envolve um conjunto de investimentos que tem

De forma geral, o desenvolvimento da produção inclui investimentos com sistema de perfuração, completação, sistemas de coleta e unidade de produção com o objetivo de tornar viável as atividades de produção de uma área exploratória.

Souza (2011) afirma que a infraestrutura logística também representa muito nos custos dessa fase; o volume de gastos dependerá do investimento necessário para escoar a produção de óleo e gás do seu local de extração até a refinaria: por grandes embarcações ou oleodutos, enquanto para o gás, a distância do trecho percorrido influencia o tipo de transporte, que pode ser por gasoduto ou embarcações que liquefazem o gás. No Brasil, o transporte marítimo realizado pelos navios petroleiros constitui-se no principal modal e a interligação com o continente é feita através dos portos ou terminais marítimos.

Para a produção *offshore*, existem diferentes tipos de plataformas, que podem ser classificadas entre as que são apoiadas no fundo do mar, as flutuantes e as mistas. Uma descrição mais detalhada sobre cada uma pode ser encontrada em Oliveira et al. (2011).

Silva (2014) descreve as plataformas do tipo FPSO (*Floating, Production, Storage and Offloading*) como navios capazes de processar, armazenar e transferir o petróleo e/ou gás natural. Assim, há no convés da embarcação uma planta de processo de separação e tratamento dos fluidos extraídos. O petróleo, depois de livre da água e do gás, é armazenado em tanques dentro do próprio navio, sendo necessária a transferência do mesmo para um navio aliviador (navio de *offloading*) de tempos em tempos.

Após o escoamento, o petróleo e o gás seguem para sua etapa de refino, seguida pelo transporte e a sua distribuição. Essas etapas não serão aprofundadas uma vez que o escopo do trabalho se concentra na parte *upstream* do processo.

3.4. Áreas de atuação do Engenheiro de Produção que se aplicam no setor de Óleo e Gás

A ABEPRO, Associação Brasileira de Engenharia de Produção apresenta no seu site as áreas e subáreas do conhecimento em que o Engenheiro de Produção pode atuar. Dentro do segmento de óleo e gás, destacam-se nesse trabalho: Engenharia de Operações e Processos da Produção, Logística e Cadeia de Suprimentos, Engenharia da Qualidade, Engenharia Organizacional, Engenharia Econômica, Engenharia do Trabalho e Engenharia da Sustentabilidade.

Após descrever os principais temas abordados, como a geologia da bacia e a grande probabilidade de sucesso, relativos à exploração de óleo e gás nas bacias da Margem Equatorial, incluindo a da Foz do Amazonas, sua cadeia produtiva, e também os campos de atuação do Engenheiro de Produção nesse segmento, será possível desenvolver e compreender os próximos itens com mais clareza e assertividade.

4. Desenvolvimento

Este item tem o objetivo de introduzir a cidade de Oiapoque, no extremo norte do Amapá, local inicialmente escolhido pela Petrobras para servir de base aérea para as operações *offshore* no Projeto Amapá Águas Profundas e também apresentar os portos da região para tentar inferir quais poderão ser utilizados como base marítima. E, ainda, apresentar um quadro de análise mostrando os desafios que serão encontrados ao longo desse processo, bem como uma breve explicação sobre cada tópico apontado.

4.1. Base de apoio aéreo: Oiapoque – AP

Escolhida como uma das cidades de apoio para as operações de exploração de hidrocarbonetos *offshore*, na Margem Equatorial, Oiapoque, no extremo norte do Amapá, vem ganhando destaque no cenário brasileiro. Segundo dados do IBGE (2023), o pequeno município tem uma população estimada de 28.534 pessoas, distribuídas em uma área territorial de 23.034,39 km², resultando em uma densidade demográfica de 0,91 hab/km². Economicamente, Oiapoque apresentou um PIB per capita de R\$16.891,97, em 2019; o 7º mais alto do estado, das 16 cidades, e o 2.978º do país, dos 5.570 municípios pesquisados, de acordo com o governo do Amapá (2023). Por se tratar de uma cidade litorânea, existe ainda a atividade de pesca, seja para consumo próprio, como também para a comercialização.

De forma geral, a infraestrutura da cidade é bastante precária. Especificamente em relação à sua infraestrutura aeroportuária, ela possui um aeródromo público, distante cerca de 600 quilômetros da capital Macapá e precisará receber melhorias para as operações de apoio *offshore*. Indiretamente, será preciso também melhorar os serviços de hotelaria e alimentação em Oiapoque e seus arredores, uma vez que voos são sempre sujeitos a atrasos e cancelamentos, sejam por condições meteoceanográficas ou por falhas e indisponibilidade das aeronaves.

4.2. Base de apoio marítimo: indefinida

Até a presente data, a petroleira nacional ou qualquer prestadora de serviços ainda não divulgou qual o porto que será utilizado para servir de apoio às suas operações na Margem Equatorial. Hoje não há, na região Norte ou Nordeste, um porto ou terminal que tenha capacidade para receber embarcações de grande porte para dar continuidade a cadeia produtiva dos derivados do petróleo. O maior porto da região é o “Chibatão”, privado e está localizado nas margens do Rio Negro.

Sendo assim, estima-se que serão mobilizadas três bases portuárias para atendimento da campanha da Margem Equatorial, sendo elas nas localidades de Belém (PA), Pecém ou Mucuripe (CE) e Itaqui (MA), de acordo com a Revista Brasil Energia (2022).

Atualmente, os únicos terminais na região operados pela Petrobras, próximos à área de exploração estão em Macapá e Belém, porém, hoje em dia, trabalham recebendo apenas diesel e, devido a sua estrutura limitada, poderão servir somente para movimentações de cargas pequenas, como rancho (alimentação para a tripulação *offshore*) e materiais que caibam em contêineres.

Para o carregamento dos dutos e os sistemas de ancoragem, como as amarras e os torpedos de ancoragem que são tradicionalmente utilizados no Brasil, será necessário um porto de maior porte, devido às dimensões, peso e quantidade dos materiais envolvidos. Além disso, para a interligação dos poços na unidade de produção, é necessária uma base de carregamento especializada, que suporte a atracação dos PLSV (*Pipe Laying Support Vessel*), bem como possua os equipamentos específicos para realizar a transferência dos dutos para a embarcação. A teoria mais detalhada sobre dutos flexíveis que interligam os poços às plataformas pode ser vista nos estudos de Pereira e Netto (2020).

Praticamente também não existe nenhuma infraestrutura para suporte operacional *offshore*, como oleodutos ou gasodutos, nem instalações de processamento. Apesar da concentração das operações logísticas do setor de óleo e gás estarem fortemente concentradas no Sudeste do país, as regiões Norte e Nordeste apresentam um potencial enorme para se desenvolverem à medida que os promissores campos entrarem em produção.

4.3. Quadro de Análise

O quadro a seguir foi elaborado pensando nos objetivos, presentes e futuros, do processo de descoberta e exploração da nova fronteira. Os objetivos em questão foram correlacionados com algumas das possíveis áreas de atuação do Engenheiro de Produção, como também de teóricos que fundamentam essas disciplinas. Em seguida, detalhou-se o maior desafio dentro dessas grandes áreas na qual o profissional de Produção pode atuar no setor de óleo e gás.

Tabela 1 - Quadro de Análise

OBJETIVO	ÁREA DA ENGENHARIA	DIÁLOGO TEÓRICO	DESAFIO PARA O ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO
Conseguir o licenciamento ambiental para iniciar e continuar operando na região.	Sustentabilidade	Tinoco (2004) Chiavenato (1999), Prahalad (2009)	Planejar e implementar um sistema de gestão ambiental eficiente, com responsabilidade social e promovendo o desenvolvimento sustentável.
Estimar o potencial real de volume de óleo recuperável esperado e a viabilidade econômica do projeto.	Econômica	Viceconti e Neves (2003), Bernstein (1997)	Estimar e avaliar os resultados matemáticos e financeiros para uma melhor tomada de decisão sobre a produção, bem como o melhor método.
Garantir a disponibilidade de insumos necessários para a perfuração, completação e produção dos poços.	Cadeia de Suprimentos	Slack (2019), Cardoso (2004)	Gerenciar os estoques para que nada falte e as operações possam acontecer como o planejado, sem atrasos e/ou multas.
Fazer com que pessoas e materiais estejam na unidade certa, no tempo programado.	Logística	Ballou (2008), Caxito (2014), Cardoso (2004)	Determinar as melhores rotas e meios de transporte em busca do melhor custo/benefício.
Otimizar o planejamento e a programação da produção.	Operações e Processo da Produção	Zaccarelli (1987)	Planejar o escoamento do óleo extraído de modo a não interromper a produção.

Fonte: Próprios autores

Para uma melhor elucidação, cada desafio foi destrinchado e analisado mais profundamente a seguir.

- Planejar e implementar um sistema de gestão ambiental eficiente, com responsabilidade social e promovendo o desenvolvimento sustentável

Como já mencionado na introdução, um dos principais entraves para o início da exploração da região é a dificuldade em conseguir o licenciamento ambiental dado pelo Ibama.

Os ambientalistas defendem que uma eventual operação nas suas proximidades pode causar degradação ambiental local e transfronteiriça, não afetando apenas o conjunto de corais, mas também a possibilidade de um derramamento de óleo e a possibilidade de ele avançar sobre o mar territorial da Guiana Francesa e países do Caribe. Diante disso, faz-se necessário a criação e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental eficiente e para obter a licença ambiental, a petroleira vem tentando realizar um teste pré-operacional desde 2022, que permitirá ao Ibama avaliar a efetividade do plano de contingência, portanto conhecimento no assunto será um diferencial para os profissionais que estarão envolvidos nesse gerenciamento.

- Estimar e avaliar os resultados matemáticos e financeiros para uma melhor tomada de decisão sobre a produção, bem como o melhor método

Após os primeiros poços exploratórios a serem perfurados e confirmada a presença de óleo e gás, novas estimativas de reserva e capacidade de produção do campo deverão ser feitas. Com novos dados, um estudo atual sobre viabilidade econômica será realizado. Ao que tudo indica, com base no levantamento geológico da região, uma análise de dados rigorosa e em perfurações recentes feitas na Guiana pela Exxonmobil (2020) e divulgadas no site BNAMERICAS (2022), que acumula mais de 30 descobertas de poços produtores de óleo, o resultado será favorável e o projeto provavelmente prosseguirá.

Além de dominar conceitos da Engenharia Econômica, o profissional que tiver boas noções do sistema produtivo do petróleo se sobressairá. O cálculo para a estimativa das reservas, bem como as definições de fator de recuperação, volume recuperável e produção acumulada, termos bastante utilizados no meio, podem ser consultados em Thomas (2001).

- Gerenciar os estoques para que nada falte e as operações possam acontecer como o planejado, sem atrasos e/ou multas

Tanto a perfuração, a completação e a produção são processos que demandam muitos insumos e ferramentas, porém o espaço físico nas estruturas *offshore* é muito limitado e valioso. Desse modo, a perfuração, independentemente do método utilizado, vai exigir uma grande quantidade de materiais, visto que o reservatório se encontra em águas profundas e ultraprofundas, o que significa, percorrer uma camada de água de mais de 500 metros de profundidade, podendo ultrapassar os 1500 metros, além do avanço sob o solo oceânico. A completação, da mesma forma, demandará diversas e diferentes materiais e equipamentos para a sua execução e na sequência a produção poderá iniciar, provavelmente com o uso de unidades flutuantes de produção do tipo FPSO.

Dimensionar corretamente a quantidade ideal de material em estoque, considerando os prazos de fornecimento, o tempo de deslocamento atrelado ao seu custo, ainda mais com a grande distância dos portos até então existentes até os poços, e a localização da maioria dos fornecedores, que se encontram no Sudeste do país será outro desafio.

- Determinar as melhores rotas e meios de transporte em busca do melhor custo/benefício

Atualmente, praticamente toda indústria *offshore* está localizada na região Sudeste do Brasil, inclusive a mão de obra especializada necessária para atuar na exploração e produção dos campos de petróleo.

Mover as fábricas instaladas, construir novas na região da Foz do Amazonas ou ainda treinar a mão de obra necessária para trabalhar nas atividades de óleo e gás adequadamente, demandarão bastante tempo, grandes investimentos e garantia de retorno somente ao longo prazo, que ainda será uma incerteza até que sejam comprovadas a presença de volumes consideráveis de óleo nos reservatórios. Desta forma, será fundamental planejar com sabedoria o desafio logístico de movimentar constantemente os materiais e as pessoas, principalmente dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, para a região produtora localizada no Norte, seja pelo modal rodoviário ou o marítimo.

- Planejar o escoamento do óleo extraído de modo a não interromper a produção

Como já explicitado antes, devido aos blocos produtores estarem localizados em águas profundas e ultraprofundas, além de distantes da costa, eles também se encontram em uma área sensível, o que torna o uso de oleodutos praticamente inviável economicamente e ambientalmente, respectivamente, restando apenas o modo de escoamento com o uso de navios aliviadores e unidades de produção do tipo FPSO.

Essas embarcações, por sua vez, realizam a descarga por bateladas e com volumes que podem variar. A falta de um bom planejamento pode levar à sobrecarga da plataforma produtora, resultando no seu completo enchimento e impossibilitando a sua continuidade de produção, caso não seja esvaziada. Dessa forma, faz-se preciso coordenar corretamente o volume extraído com a capacidade e velocidade de transbordo dos navios aliviadores, para descarga nos terminais marítimos.

Assim sendo, há o desafio de planejar, programar e controlar de forma eficiente esse sistema, que engloba um processo produtivo contínuo (extração do óleo e gás) com um processo de escoamento discreto, feito por bateladas (navios aliviadores).

5. Considerações finais

Não há dúvidas de que o projeto analisado envolve muitos desafios, não só para o Engenheiro de Produção, mas para todas as formações acadêmicas e organizações envolvidas. Para obter o máximo de sucesso nessa empreitada é preciso o envolvimento dos stakeholders, dos colaboradores, das empresas de petróleo, da ANP, do governo, dos polos acadêmicos e de toda a sociedade de forma geral.

Com um grande potencial exploratório que poderá ser confirmado somente após as primeiras perfurações, o campo em questão será capaz de se tornar uma das maiores fontes de riqueza da região, alavancando os desenvolvimentos local e nacional. Apesar do grande investimento, é provável que o retorno financeiro e socioeconômico seja maior ainda, permitindo que as regiões menos favorecidas se equiparem às outras.

Por sua vez, com base em conhecimentos teóricos fundamentados, o Engenheiro de Produção já pode prever algumas situações e se preparar para as dificuldades que surgirão inicialmente, minimizando-as ou tornando-as menos problemáticas.

Durante a produção efetiva do campo outros desafios poderão surgir, porém só se saberá mais quando o óleo e o gás forem realmente encontrados e caracterizados. Fica como sugestão para um trabalho futuro, o estudo desses desafios para o Engenheiro de Produção quando o campo estiver produzindo efetivamente.

Algumas disciplinas da Engenharia de Produção estarão sempre presentes, do começo ao fim da vida produtiva do reservatório, como a busca pela melhoria contínua, o controle da qualidade e o

foco na otimização. Mesmo em um cenário aparentemente desfavorável será possível prosperar, fazendo não só a indústria avançar, mas ganhar e produzir conhecimento, trazer benefícios para a comunidade local e gerar riqueza para o país, atuando sempre de forma segura e sustentável.

REFERÊNCIAS

ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Disponível em <https://portal.abepro.org.br/profissao/> Acesso em: 15 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário Estatístico 2021** – Dados Abertos. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/anuario-estitistico-2021-dados-abertos>> Acesso em: 15 ago. 2023.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais**, distribuição física. São Paulo: Atlas, 2008.

BAUDOT, G. et al. *Will Broadband seismic integration mCSEM data be able to de-risk fluids in the Foz do Amazonas basin?* AAPG. 2017.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos Deuses**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BNAMERICAS - **ExxonMobil anuncia duas novas descobertas na Guiana** – out/2022. Disponível em <<https://www.bnamericas.com/pt/noticias/exxonmobil-anuncia-duas-novas-descobertas-na-guiana>> Acesso em: 15 ago. 2023.

BRANDÃO, J. A. S. L., FEIJÓ, F. J. Bacia Foz do Amazonas. **Boletim Geociências Petrobras**. 1994.

BRUNO, G. L. G. **Argilocinese no Cone do Amazonas**, Bacia da Foz do Amazonas. Ouro Preto: Escola de Minas, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 1987.

CAPUTO, M. V. Desenvolvimento tectônico das Bacias do Amazonas e do Parnaíba. **Boletim Geociências Petrobras**. 1983.

CARDOSO, L. C. B. **Logística do Petróleo – Transporte e Armazenamento**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

CAXITO, F. **Logística: Um enfoque prático**. 2 ed. São Paulo: Saraiva: 2014.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos**. 2 ed. Rio de Janeiro, Campus: 1999.

CRUZ, C. A. et al. *Exploratory plays of the Foz do Amazonas Basin, NW portion, in deep and ultra-deep waters, Brazilian Equatorial Margin*. Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo, UENF, Macaé/RJ, 2021.

DRUCKER, Peter. **Administrando o Futuro**. São Paulo: Pioneira, 1996.

EXXONMOBIL. **Guyana Project Overview**. 2020.

GIL, Antônio Carlos, 1946 – **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a edição, São Paulo: Atlas, 2002.

Governo do Amapá – **Conheça o Oiapoque** - Disponível em <<https://www.portal.ap.gov.br/conheca/oiapoque>> Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap/oiapoque.html> Acesso em: 15 ago. 2023.

INTERNATIONAL AGENCY ENERGY. **Key World Energy Statistics 2021**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021/supply>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

JÚNIOR, A. M. et al. **A indústria do petróleo como uma organização complexa: modelagem de negócios e processo decisório**. Petrobras e Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MÁSCULO, F. S. **Ergonomia, Higiene e Segurança do Trabalho**. In: BATALHA, M. O. et al. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.

MAANEN, J. V. **Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface**. Em *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, nº 4. 1979.

OLIVEIRA, L.B. et al. **Plataformas de petróleo**. Relatório de Pesquisa, Programa de Recursos Humanos PRH-45, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

PEREIRA, P. A. de S. e NETTO, T. A. **Flexible pipe tensile armor monitoring using eddy current techniques. Ships and Offshore Structures**, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/17445302.2020.1827629>>

PETROBRAS. PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **Plano Estratégico 2022 – 2026**.

PRAHALAD, C. K. **A riqueza na base da pirâmide**. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2009.

Revista Brasil Energia. Ed. 477 de Setembro de 2022. Disponível em: <<https://editorabrasilenergia.com.br/wp-content/uploads/sites/1/flips/133922/Bia477/98/index.html#zoom=z>>) Acesso em: 15 ago. 2023.

SILVA, L. da. **Análise modal e controle de plataformas offshore sujeitas a perturbações persistentes**. Universidade Federal de Sergipe, 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHSTON, R. **Administração da Produção**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SGB/CPRM – Serviço Geológico Brasileiro, Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/capIII-i.pdf Acesso em: 15 ago. 2023.

TEIXEIRA, F. C. **A geopolítica mundial do petróleo**. Leituras Cotidianas, n.199,

THOMAS, J. E., **Fundamentos da Engenharia do Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

VICECONTI, P. E. V. e NEVES, S. das. **Contabilidade de custos: um enfoque direto e objetivo**. 7 ed. rev. e ampl. – São Paulo, 2003.

ZACCARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. 8 ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1987.