

# Os Desafios do Pré-sal Brasileiro: um Estudo da Logística do Campo de Tupi

Alvaro de Oliveira Terra  
alvaroterra@id.uff.br  
UFF

AILTON DA SILVA FERREIRA  
ailtonsilvaferreira@yahoo.com.br  
UFF

DENISE CRISTINA DE OLIVEIRA NASCIMENTO  
denise\_cristin@yahoo.com.br  
UFF

**Resumo:** O estudo da logística empresarial procura estabelecer uma gestão coordenada de atividades inter-relacionadas, deixando para trás o antigo conceito de apenas aborda-las separadamente. Ballou (2006) conceituou a logística como o processo de planejar, implantar e controlar o fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações que começam desde as primeiras atividades de produção até o ponto de consumo, sempre em consonância de atender às expectativas dos clientes. Nas empresas do ramo de petróleo e gás como a Petrobras esse conceito se torna de fundamental importância a cada dia, pois necessitam estar preparadas para lidar com ferramentas que exigem aparatos tecnológicos de última geração, pessoal qualificado capaz de gerenciar uma complexa logística e acima de tudo uma visão de futuro supere as expectativas da demanda nacional de petróleo e seus derivados. Para isso a Petrobras aplicou, em grande maioria, seus investimentos na zona Pré-sal, a exemplo das experiências adquiridas com o TLD do Campo petrolífero de Tupi ou Campo de Lula, sabe-se que essa recente descoberta é capaz de elevar a produção nacional a patamares sucessivamente superiores. Mas para isso deve-se analisar e estudar qual o melhor caminho de consolidar atividades de apoio que atendam às expectativas, com custo reduzido, segurança e inovadores capazes de contornar os vieses ambientais e da distância das instalações do Pré-sal.

**Palavras Chave:** Logística - Pré-sal - Campo de Tupi - -

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente trabalho inicia com um breve histórico da prospecção brasileira mar relacionado às atividades de extração de petróleo em alto mar no litoral brasileiro explorado em sua ampla maioria por operadoras de petróleo. Desde as primeiras pesquisas para exploração de petróleo em alto mar, passando pela exploração em águas profundas e chegando aos dias atuais com a descoberta da zona do Pré-Sal e da respectiva evolução do apoio logístico à essa atividade.

A exploração de petróleo é a principal atividade econômica do país e as previsões da escassez desse recurso que assombra não só a economia brasileira como a economia mundial fez com que o país buscasse formas alternativas de exploração desse recurso. O Pré-Sal descoberto recentemente é uma dessas alternativas e os desafios de exploração que já se iniciaram no Brasil fizeram com que fosse necessária uma evolução tanto nos aparatos tecnológicos de produção e suporte ligados a ela, quanto de modelos inovadores de administração desses recursos.

Os serviços de apoio logístico de produção que se pretende contratar devem dar respostas rápidas ao sistema de cadeia de produção, minimizando ao máximo os custos desse serviço desonerando a cadeia produtiva.

A exploração do petróleo na zona Pré-sal não é tarefa fácil, visto que está localizado a 300 km da costa, o dobro de distância que possui a Bacia de Campos, e esses poços são perfurados a mais de 7000 metros de profundidade. Isso exigiria gasodutos e oleodutos mais resistentes onde nessa profundidade a agressividade do ambiente devido à pressão e agentes corrosivos são mais severos (FERRO e TEIXEIRA, 2009; HAYASHI, 2010).

Diante destes cenários vê-se a necessidade de superar os desafios tecnológicos e encontrar a melhor maneira para transportar não só o petróleo e gás, mas também materiais de suporte a toda cadeia de produção e trabalhadores.

O Brasil é reconhecido mundialmente por possuir uma das melhores tecnologias de extração de petróleo em águas profundas e a Petrobras, dona do principal seguimento da economia do país e detentora desse status será a principal fonte de estudo deste trabalho (MORAIS, 2013). Por este motivo ela servirá para levantamento e análise de dados, assim como será exposto qual a perspectiva de futuro com relação à logística e sistemas de escoamento de sua produção.

A pesquisa bibliográfica objetiva o embasamento teórico para entendimento do funcionamento da logística na zona do Pré-sal. Serão pesquisados livros, artigos e dissertações, seleção de livros, revistas, jornais, capítulo que abordem os principais fatores que influenciam as principais características dos modais de transporte utilizados e dos sistemas de escoamento da produção. Foi também analisado um estudo de caso no Campo petrolífero de Tupi, que servirá como principal fonte de estudo deste trabalho.

O objetivo deste artigo é analisar a logística do petróleo no Campo petrolífero de Tupi, localizado na zona do Pré-sal. Para isso o artigo contemplará conceitos iniciais sobre a logística e seus modais que trarão aporte para o estudo, assim permeando pelo estudo da logística do petróleo e a logística do petróleo do campo de tupi.

## **2. A LOGÍSTICA E SEUS MODAIS**

A logística empresarial no Brasil é um conceito bastante recente. Ele foi difundido no início da década de 90, ainda que tímido, com o processo de abertura comercial, mas acelerou

a partir de 1994, com a queda da inflação propiciada pela estabilização econômica do Plano Real (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000).

O transporte é uma das principais funções logísticas. Ele representa a maior parcela dos custos logísticos na maioria das organizações, tem papel fundamental no que tange aos primeiros processos de produção até a distribuição e entrega ao cliente final. “Do ponto de vista de custos, representa, em média, cerca de 60% das despesas logísticas, o que, em alguns casos, pode significar duas ou três vezes o lucro de uma companhia, como é o caso, por exemplo do setor de distribuição de combustíveis.” (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000, p. 126).

Ainda segundo Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) “o transporte continua sendo fundamental para que seja atingido o objetivo logístico, que é o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível”.

A forma como se encontra a matéria-prima (petróleo) também é um fator determinante na redução do custeio do transporte desse produto, influenciando no preço de venda, tornando-o mais barato que seus concorrentes. É o caso das reservas de óleo cru do Oriente Médio que são mais acessíveis do que as dos Estados Unidos, e o petróleo delas resultante acaba tendo menores custos (BALLOU, 2006).

Para as empresas de logística que operam no Brasil, é um período de riscos e oportunidades. Risco devido às enormes mudanças nos processos devido ao desafio propiciado pelo Pré-Sal e oportunidades porque há enormes espaços para melhorias de qualidade do serviço e aumento de produtividade, incentivados pela competitividade empresarial que se intensificará nos próximos anos.

## 2.1. MODAIS DE TRANSPORTE

Existem cinco modais de transporte básicos que são o ferroviário, o rodoviário, o aquaviário, o dutoviário e o aéreo. “A importância relativa de cada modal pode ser medida em termos da quilometragem do sistema, volume de tráfego, receita e natureza da composição do tráfego” (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000, p. 126).

“Decisões sobre transportes envolvem seleção dos modais, o volume de cada embarque, as rotas e a programação” (BALLOU, 2006, p.54).

Neste trabalho, iremos abordar as vias de acesso da costa terrestre em direção às plataformas localizadas no mar. Logo, limita-se essa abordagem aos três modais que listam-se a seguir.

### 2.1.1. MODAL AQUAVIÁRIO

O principal modal de transporte explorado pela indústria petrolífera nacional é caracterizado tonelagem (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

O Modal Aquaviário tem a vantagem de possuir navios porta-contêineres. Os contêineres são manuseados ainda em terra para serem colocados a bordo desses navios que comportam uma boa quantidade desse tipo de unitização devido à dimensão expansiva e alta capacidade que seguirão em direção as plataformas (BALLOU, 2006).

Um agente de destaque nesse modal são os FPSOs (*Floating Production and Offloading*), navios, em geral de grande porte, com capacidade para produzir, processar e/ou armazenar petróleo e gás natural. Depois de separado da água e do gás, o petróleo produzido pode ser armazenado nos tanques do próprio navio e/ou transferido para terra através de navios aliviadores ou oleodutos, conforme pode ser visto na fig 1 (MORAIS, 2013).



**Figura1:** FPSO P-50

Fonte: FORSHIP ENGENHARIA, 2013

O modal hidroviário brasileiro ainda tem muito a evoluir. É nos portos que residem as maiores oportunidades. “Segundo estudos do Banco Mundial, somente suas ineficiências acrescentam 7% ao custo dos produtos exportados pelo país” (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000, p. 21).

por possuir um custo fixo médio devido à construção de navios e equipamentos e um custo variável baixo, pois tem capacidade para transportar grande quantidade de

### 2.1.2. MODAL DUTOVIÁRIO

O modal dutoviário também está em evolução no cenário brasileiro de transporte. Como citado por Ballou (2006), os produtos cujo transporte por dutos é o mais viável são petróleo cru e seus derivados. “A capacidade dos dutos é alta, levando-se em conta que um fluxo de três milhas/hora num duto de 12 polegadas de diâmetro pode transportar 89 mil galões por hora”, destacou.

As vantagens do transporte de produtos pelos dutos são que as perdas e danos são reduzidos porque líquidos e gases não são sujeitos a danos em grau semelhante aos de produtos manufaturados; o número de riscos que podem afetar uma operação dutoviária é limitado (NOVAES, 2001).

Para obter um sistema modal dutoviário eficiente é necessário contar com um sistema de bombeamento com igual eficiência. Nesse seguimento de transporte, o tempo não constitui um fator significativo. Visto que a capacidade disponível dos dutos é limitada ao quanto o uso dos outros embarcadores possa estar fazendo no momento que se precisar das instalações (BALLOU, 2006).

O dutoviário apesar de ter um custo fixo bastante elevado, o custo variável dele é mais baixo, praticamente nenhum custo com mão-de-obra de grande importância (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000).

“Para ser competitivos, os dutos precisam trabalhar com altos volumes entre os quais seja possível ratear os altos custos fixos” (BALLOU, 2006).

Por outro lado os danos provocados por qualquer rompimento dessas tubulações podem causar danos gigantescos ao meio ambiente e a multa que é cobrada pelas legislações vigentes é igualmente proporcional.

### 2.1.3. MODAL AÉREO

Esse Modal é bastante explorado pela Bacia de Campos que utiliza helicópteros para embarcar os trabalhadores em plataformas.

“O grande atrativo do transporte aéreo é a sua inigualável rapidez origem-destino, principalmente em grandes distâncias” (BALLOU, 2006).

Hoje esse tipo de apoio logístico às plataformas é o principal modal para o transporte de passageiros, responsável pelo transporte de dezenas de trabalhadores diariamente (FRAIHA, 2013).

Sua importância no transporte de carga também é bastante considerável, visto que, a tarefa no transporte de peças, ferramentas, alimentos, medicamentos, entre outros, é frequentemente utilizado através dos helicópteros cargueiros disponibilizados pelas empresas de táxi aéreo (FRAIHA, 2013).

Caracterizado por ser um transporte ágil, esse modal também é o responsável por socorrer as vítimas de acidentes, desembarcar trabalhadores que estejam com qualquer problema de saúde que necessite de tratamento em terra firme.

Em geral considera-se um meio de transporte seguro, com destaque para o Brasil no cenário mundial, inclusive, registrando os menores índices de acidente no setor de Offshore (PETRONOTÍCIAS, 2013).

## 3. A LOGÍSTICA DO PETRÓLEO NO CAMPO DE TUPI

Em 1938 foi criado o Conselho Nacional do Petróleo, que mesmo sem ter localizado jazidas minerais, estabeleceu que essas fossem consideradas bens do estado brasileiro (MORAIS, 2013).

Não se passou muito tempo e um ano depois fora descoberto petróleo no subúrbio de Lobato, nos arredores de Salvador (Bahia), a primeira grande reserva nacional do Brasil (MORAIS, 2013).

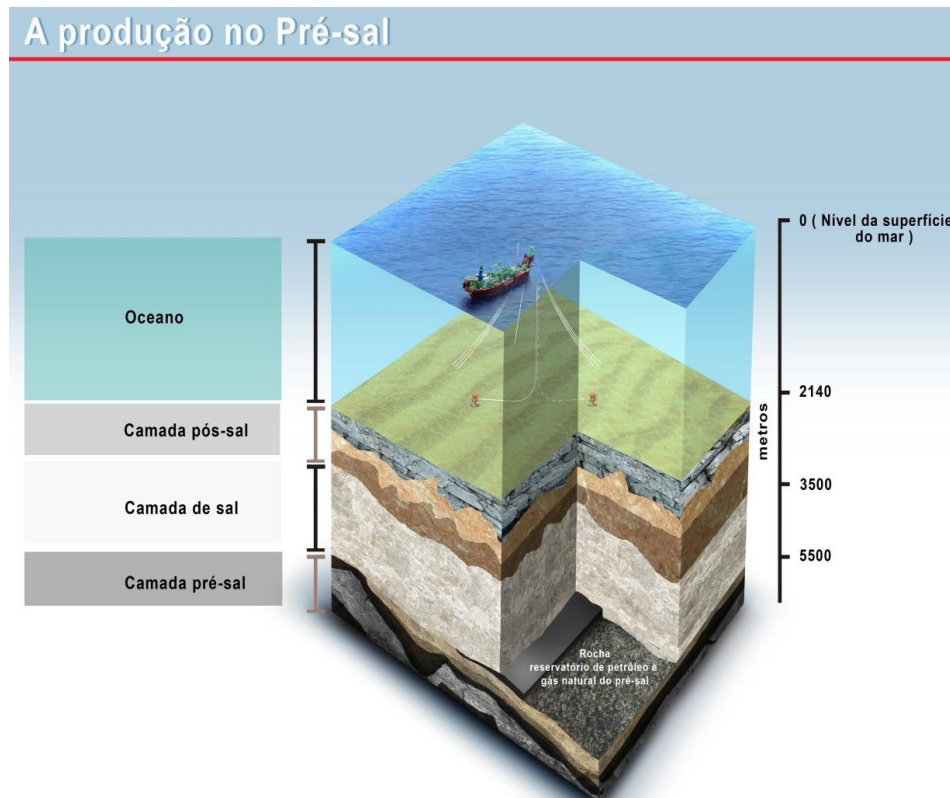
Porém somente à partir da década de 80 é possível observar uma intensa política de nacionalização, isso reduziu substancialmente os afretamentos de embarcações estrangeiras e ampliou a oferta de empregos para os marítimos brasileiros (BARBOSA e ESTEVES, 1989). Os investimentos em recursos humanos e logística aumentaram significativamente, refletindo em um intenso investimento em tecnologia no apoio logístico às plataformas e gerando vários postos de empregos.

Foi nesse período que se consolidou a prospecção nacional no mar. A produção extraída da plataforma continental passou de 75.000 barris/dia em 1980, para 406.000 barris/dia em 1986, que correspondia a mais da metade da produção nacional (BARBOSA e ESTEVES, 1989).

Foi em 2006 que o Brasil alcançou a autossuficiência, mesmo que temporária devido ao aumento do consumo, também naquele ano, iniciou-se a produção da Plataforma P-50, um FPSO, unidade flutuante de maior capacidade do Brasil, no Campo de Albacora Leste, na Bacia de Campos (MORAIS, 2013).

Em 2006 foi descoberta a maior jazida de óleo e gás natural do país no campo petrolífero de Tupi na Bacia de Santos. Essa descoberta revolucionou a indústria nacional do petróleo, trata-se do início da exploração do petróleo na camada Pré-Sal (MORAIS, 2013). Para chegar a essa descoberta foram anos de estudos geológicos que indicaram possível

existência de petróleo nessas camadas, em 2004 iniciaram os testes sísmicos, levantamento de dados e exploração de poços exploratórios com a finalidade de estimar a quantidade de petróleo, analisar a viabilidade dos custos de operação e sustentabilidade da produção. Visto que, a produção de petróleo oriunda do Pré-Sal exigiria um custo muito elevado devido à dificuldade de extrair o Petróleo dessa camada, era necessário saber a dimensão desses reservatórios, conforme pode ser visto na fig 2(MORAIS, 2013).



**Figura 2:** FIGURA EXPLICATIVA DO PRÉ-SAL  
Fonte: PETRONOTÍCIAS (2013)

O cenário é bastante positivo, caso as estimativas das primeiras descobertas se confirmem, o Brasil dará um salto e tanto no ranking dos países com as maiores reservas, ficando entre os primeiros (BERTO, MENDES e NOGUEIRA, 2012). A produção proveniente do Pré-sal para 2020 é estimada em 47% do total produzido pela Petrobrás no Brasil (MORAIS, 2013).

Contudo, a produção do Pré-Sal exige uma revolução não só em tecnologias e equipamentos no setor de exploração e produção como também nas atividades de apoio relacionados a ela, e o setor logístico é um dos que mais necessitam dessas mudanças.

A Transpetro que atualmente conta com uma frota de 59 embarcações, conta com o Programa de Modernização e Expansão da Frota (Promef) e prevê a construção de mais 49 novos navios (TRANSPETRO, 2008).

Mais do que novas embarcações para atender essa nova realidade, é necessário novos aparatos tecnológicos e soluções administrativas e o Cenpes e o PROCAP são alguns membros dos setores tecnológicos da Petrobras que visam oferecer essas opções de melhora no apoio logístico do Pré-Sal (MORAIS, 2013)..

No propósito de buscar alternativas que possa tornar o sistema logístico na zona do pré-sal eficiente e eficaz, foi proposto um estudo de caso referente ao Campo petrolífero de Tupi que está localizado na bacia de Santos, a 250 quilômetros da costa.

A escolha do Campo petrolífero de Tupi como fonte de pesquisa para realização desse trabalho se deu ao fato de ser o primeiro campo descoberto na zona Pré-sal com jazidas de petróleo e gás natural, além de ser atualmente um dos campos mais produtivos localizado na zona Pré-sal (MORAIS, 2013)..

A partir dessas afirmativas, pode-se concluir que o Campo de Tupi já possui uma experiência mais abrangente em logística do pré-sal do que os campos que foram descobertos em seguida.

Serão analisados os principais métodos logísticos, as características dos modais de transporte utilizados no abastecimento das plataformas, quais as tecnologias utilizadas, qual o volume desse transporte, quais os problemas de localização e quais os esquemas de escoamento da produção utilizado.

“A Petrobras estima que Tupi tenha um volume de óleo recuperável de 5 a 8 bilhões de barris de petróleo equivalente” (FERRO e TEIXEIRA, 2009, p. 33). Segundo a Petrobrás, que dividiu a Bacia de Santos em uma área denominada cluster, devem apresentar grandes volumes de petróleo recuperável e Tupi está localizado no Bloco BM-S-11 desse cluster (FERRO e TEIXEIRA, 2009).

Como o Pré-sal ainda é bastante recente, ainda existe a possibilidade de encontrar petróleo em outras áreas, fora das previamente descobertas, sendo assim aumentando a área desses clusters.

Estima-se que a área total do plano de avaliação de Tupi é de 1.974 km<sup>2</sup> e fica localizada em águas de cerca de 2.200 m de lâmina de água, com camadas de sal de 2.000 m de espessura (FERRO e TEIXEIRA, 2009). Os poços testados inicialmente em Tupi indicavam vazões potenciais de 15 a 20 mil barris de óleo por dia e boa qualidade do óleo com grau de API de 28° a 30° considerado um óleo leve de melhor qualidade e mais fácil de refinar do que a média nacional, além do gás natural (FERRO e TEIXEIRA, 2009).

O Campo petrolífero de Tupi conta com o FPSO Cidade de Angra dos Reis, que constituiu o primeiro sistema definitivo de produção no Pré-sal da Bacia de Santos como confirmado por Morais (2013).

Em 28 de Outubro de 2010, o FPSO Cidade de Angra dos Reis era localizado próximo ao FPSO Cidade de São Vicente, uma unidade itinerante que no início de Tupi tinha a tarefa de realizar os testes de longa duração (TLD). Juntos eram responsáveis por 28.000 barris/dia no final de 2010 (MORAIS, 2013).

O petróleo que era processado nesses dois navios era escoado através de navios aliviadores e transportado para terminais instalados em terra (MORAIS, 2013.).

“O gás separado do óleo foi aproveitado para a geração de energia a bordo, sendo o excedente reinjetado no reservatório de petróleo no processo de produção ou exportado para terra” (MORAIS, 2013, p. 237).

A partir de então a produção em toda a Bacia de Santos foi ganhando volume e outros campos foram sendo descobertos e dados inícios a produção ainda em TLD. O ambiente de produção de petróleo na Bacia de Santos foi ganhando corpo e hoje alcançam sucessivos recordes de produção estimados em mais de 300 mil bpd (ANDRADE, 2013).

### 3.1. PRINCIPAIS DESAFIOS LOGÍSTICOS

Um dos grandes desafios que aguardam a Petrobrás na exploração do petróleo na camada do Pré-sal é a área da logística.

A distância da costa que fica em torno de 300 km é um dos principais fatores que contribuem para o alto grau de dificuldade da logística do Pré-sal (FERRO e TEIXEIRA, 2009).

O constante fluxo de pessoas, que hoje gira em torno de 40.000 à 60.000 pessoas que são movimentadas da costa em direção as plataformas deverá dobrar, visto que, em 2017 a Petrobras divulgou que pretende construir mais 11 plataformas somente no Espírito Santo na área do Pré-Sal (MORAIS, 2013).

O setor naval também necessitará de mudanças, devido ao volume de investimentos aplicados pela Petrobras na construção de novas plataformas e tecnologias que contribuem para o aumento cada vez mais crescente da produção. Será necessário o surgimento de novas indústrias navais e offshore, novas refinarias, mudança no porte dos navios e aumento de autonomia, entre outros serão elementos que trarão oportunidades para empresas de logística arrojadas e preparadas, as que não se prepararem certamente não poderão desfrutar desse universo.

O cenário aliado a aceleração da área de infraestrutura e ao Pré-sal, desencadeará um novo ciclo de fusões e aquisições na cadeia de transportes e armazenagem do país, aumentando a gama de serviços das empresas de logísticas que entrarem nesse mercado.

A evolução individual dos modais de transporte e a relação intermodal deverão ser adotadas como premissa para as principais empresas de logística capaz de juntar aeroporto, porto e armazenagem em soluções, sem enriquecer as tarifas.

Com a instalação de novas plataformas e constante crescimento da infraestrutura do Pré-sal, se torna cada vez mais complexo e desafiador o escoamento da produção, o reaproveitamento de excedentes e uma distribuição eficaz e eficiente dos dutos.

#### 3.1.1. O MODAL AQUAVIÁRIO DE TUPI

O Campo petrolífero de Tupi seguindo as premissas impostas a operadora está em fase de estabelecimento de sua infraestrutura. Apesar de já ser um campo comercialmente produtivo do Pré-sal, Tupi ainda se encontra no início da Fase 1A, com início em 2013 e previsão de término em 2017, nessa fase serão utilizadas tecnologias já dominadas ou que possam ser rapidamente absorvidas (MORAIS, 2013).

Seguindo a estratégia adotada pela operadora, o Campo de Lula como foi batizado, assim que foi divulgado a comercialidade do campo, ainda é uma área de testes, estudo de comportamento de novas instalações e de comportamento da produção (MORAIS, 2013).

A chegada FPSO (*Floating Production Storage and Offloading* - Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência) Cidade de Paraty dia 07 de Junho de 2013 com uma capacidade máxima de 120 mil barris de petróleo por dia eleva a capacidade do campo para 220 mbopd (GALP, 2013).

A movimentação do modal aquaviário do Campo de Lula em geral é de embarcações que auxiliam na construção de toda infraestrutura da produção. Construção de dutos, perfuração de poços, navios auxiliares dessas instalações como os navios operadores de ROVs (*Remotely operated underwater vehicle* - veículo submarino operado remotamente), entre outros. Há ainda a presença de navios aliviadores que escoam a produção dos presentes



FPSOs direto para os terminais em terra firme que ainda é o único meio de escoar a produção toda a produção oriunda do Pré-sal, conforme pode ser visto na fig 3 (GALP, 2013).



**Figura 3:** PLSV – EMBARCAÇÃO PARA LANÇAMENTO DE DUTOS  
Fonte: PETROZONE (2013)

O volume dessas embarcações tende a aumentar ainda mais, o plano de desenvolvimento dos campos Lula-Iracema inclui a instalação de oito FPSO adicionais até 2017, ano em que a capacidade total dos campos atingirá 1.400 mbopd- Barris por dia (GALP, 2013).

### 3.1.2. MODAL DUTOVIÁRIO

O transporte de derivados do petróleo por dutos continua tímido no Campo petrolífero de Tupi, o conjunto de tubos flexíveis, umbilicais e demais instalações, em quase sua totalidade estão concentradas somente na movimentação do óleo extraído do poço em direção as plataformas de exploração (FPSOs), passando através de umbilicais e risers .

Com base nas informações divulgadas pela Petrobrás, há variados desafios nesse seguimento, será necessário aperfeiçoar a tubulação de subida (riser), levando em consideração as altas pressões decorrente da profundidade, o alto poder corrosivo devido à alta concentração do CO<sub>2</sub>, são novas situações que exigem tubulações com novos materiais rígidos e conformações tipo catenária em “s” – lazy wave; deve-se também melhorar o isolamento térmico das tubulações considerando a profundidade em lâminas d’água de 2.200 m. e tubulações para injeção de gás a altas pressões (FORMIGLI, 2007 apud FERRO e TEIXEIRA, 2009).

A partir destes desafios apresentados conclui-se que a Petrobrás terá que investir em outras áreas além da logística, como a engenharia, no intuito de desenvolver novos materiais capazes de amenizar os efeitos da pressão e da corrosão.

A Petrobrás estabeleceu contratos de longo prazo e definiu uma abordagem antecipada ao mercado como fundamentais para o processo de compras estratégicas. Além disto, definiu diretrizes básicas que incluem o aumento do conteúdo local, apoio do aumento da capacidade fabril brasileira, padronização de equipamentos e flexibilização desses contratos para permitir a incorporação de novas tecnologias (ALMEIDA NETO et al., 2009).

Segundo Semple (2009 apud CARDOSO, 2009), já estão sendo feitas adaptações em partes das linhas de produção e equipamentos, assim como nas embarcações de lançamentos de dutos, tendo em vista que a exploração dessa nova fronteira petrolífera exige materiais mais resistentes por causa da piora das condições de corrosividade, em função do aumento de pressão.

Por outro lado, o gasoduto Lula-Mexilhão colocado em operação desde 19 de setembro de 2011 é um marco inédito para a engenharia brasileira: com capacidade para

escoar até 10 milhões de metros cúbico, 216 quilômetros de extensão, 18 polegadas de diâmetro, é o gasoduto com maior profundidade e comprimento de duto rígido submarino já instalado no Brasil (MORAIS, 2013; FORMIGLI, 2008 apud SCHÜFFNER, 2008).

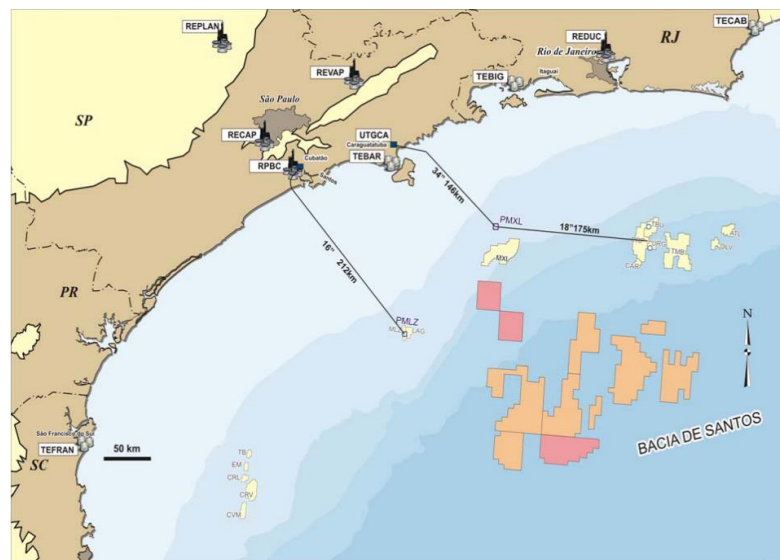
Em nível de escoamento através dos dutos, o gasoduto Lula-Mexilhão apresenta alta capacidade de escoamento. Devido à sua extensão, foi constatado que a Petrobras é capaz de construir novas linhas partindo do Pré-sal, interligando poços e plataformas até a chegada do gás à costa.

Ele parte de uma profundidade d'água de 2.200 metros, onde está interligado ao FPSO Cidade de Angra dos Reis, no campo de Lula, até chegar a 180 metros, onde está conectada a plataforma de Mexilhão, de propriedade da Petrobrás, situado em águas rasas na Bacia de Campos, conforme pode ser visto na fig 4 (FORMIGLI, 2008 apud SCHÜFFNER, 2008).



**Figura 4:** LINHA DO GASODUTO LULA-MEXILHÃO  
Fonte: PETROBRAS,(2011).

Esse projeto contribuirá, também, para o escoamento do gás natural das plataformas destinadas ao desenvolvimento da primeira fase do Pré-sal da Bacia de Santos, conforme pode ser visto na fig 5.



**Figura 5:** VISÃO DETALHADA DA LINHA DO GASODUTO LULA-MEXILHÃO  
Fonte: PETROBRAS (2011)

O gasoduto Lula-Mexilhão foi interligado às seguintes instalações do Sistema Petrobrás: ao campo de Mexilhão até a Unidade de Tratamento de Gás (UTGCA) Monteiro Lobato, que fica instalada em Caraguatatuba (SP), com o objetivo de

viabilizar a chegada do gás até o gasoduto Caraguatatuba-Taubaté, que conecta o gás processado naquela unidade à malha de distribuição de gás natural para o mercado nacional (GASODUTO, 2011).

### 3.1.3. MODAL AEROVIÁRIO – A LOGÍSTICA DE PESSOAS NO PRÉ-SAL

Atualmente na Bacia de Campos, a Petrobrás transporta um impressionante volume de passageiros do continente às plataformas, cerca de 40.000 pessoas por mês, em mais de 6.000 voos (MORAIS, 2013). Esse número tende a dobrar com o desenvolvimento do Pré-sal, o que efetivamente seria inviável devido ao volume de pessoas que são transportadas incompatíveis com a quantidade e as atuais estruturas dos aeródromos existentes.

Outro desafio é a longa distância das instalações do Pré-sal da costa brasileira, que é em torno de 300 km, em algumas situações o triplo em comparação da distância que se encontra a Bacia de Campos da costa. Essa distância é acima limite de autonomia de voo da maioria das aeronaves que operam na Bacia de Campos (MORAIS, 2013). Além disto, as operações de transporte estão sujeitas a maiores instabilidades climáticas.

“As aeronaves precisam ser de grande porte, capazes de enfrentar as duras condições climáticas em alto-mar e ter autonomia para voar por 300 quilômetros e voltar” (CAETANO E VELLUTO, 2013).

“O EC225 tem capacidade de transporte para até 19 passageiros mais dois pilotos, dependendo da configuração”, conforme pode ser visto na fig 6 (ARNAUD, 2013 apud FRAIHA, 2013, p. 1).



**Figura 6:** EC225 SUPER PUMA  
Fonte: SITE DA EUROCOPTER

As aeronaves de grande porte que há poucos anos atrás apresentavam custos mais elevados que as de médio porte, atualmente, vêm se tornando financeiramente competitivas. Outra importante vantagem das aeronaves de grande porte é relativa à gestão de transportes e capacidade dos aeródromos, pois sua utilização proporciona um transporte de mais passageiros com menos voos e desta forma, são necessários menos helicópteros e vagas de estacionamento nos aeródromos, além de facilitar o processo de gerenciamento do tráfego aéreo.

### 3.2. REVOLUÇÃO NA LOGÍSTICA EMPRESARIAL DO PRÉ-SAL

A fase final de consolidação do Pré-sal brasileiro, Fase 1B, a ser iniciada após 2017, servirá como laboratório de campo para o desenvolvimento de novas tecnologias (MORAIS, 2013).

Nesse período serão incorporadas inovações tecnológicas não convencionais em, alta escala, para completar o desenvolvimento definitivo das áreas em produção do Pré-sal, com foco na redução de custos e na otimização das taxas de recuperação das jazidas, conforme pode ser visto na fig 7 (NETO et. al., 2009 apud MORAIS, 2013).



**Figura 7: PRINCIPAIS DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS EM AVALIAÇÃO**

Fonte: HAYASHI, 2010

Pode-se observar na Figura 7 os principais projetos da Petrobras para o desenvolvimento tecnológico do Pré-Sal. Explicitar nesse capítulo como funcionarão alguns desses projetos quando forem implantados.

Uma dessas propostas de desenvolvimento da Petrobras é a construção de bases flutuantes a meio caminho entre a costa e os campos produtivos do Pré-Sal da Bacia de Santos, visto a dificuldade de apoio logístico devido à distância já citada neste trabalho. "Seria uma saída para os problemas logísticos que vamos enfrentar devido à distância"(2008 apud GOY e LIMA, 2008).

Pode-se observar que o sistema de distribuição presente na Bacia de Campos e também hoje na Bacia de Santos é o direto, onde a costa (aeroportos, aeródromos e portos) é o terminal central e as plataformas localizadas nos campos em alto mar, o destino "(2008 apud GOY e LIMA, 2008).

Os *hubs* serão bases flutuantes que funcionarão como centros de distribuição de pessoas e cargas no meio do oceano. Os trabalhadores serão transportados em embarcações de alta capacidade de transporte de passageiros, entre 150 e 300 pessoas até essas bases que são instaladas em um ponto mais próximo da costa, desse ponto partiriam para as plataformas

através de voos em helicópteros menores, que percorrem distâncias mais curtas, refletindo em economia de tempo e combustível. (PAMPLONA, 2009).

A Petrobras pretende ainda utilizar no futuro “embarcações velozes e confortáveis para transportar passageiros até esses hubs intermediários, o desafio porém é encontrar a melhor solução para o transbordo dos passageiros entre as lanchas rápidas e os hubs, que exigirá uma solução que atenda aos rígidos critérios de segurança e, ao mesmo tempo, proporcione a rapidez necessária ao transbordo das pessoas” (BERTO, MENDES E NOGUEIRA, 2012, p. 46).

Por outro lado, tubulações, equipamentos e várias ferramentas para as atividades de exploração e produção demandam um grande espaço para armazenamento e oficinas para manutenção que para a empresa seria muito mais econômico ter essas utilidades no próprio continente, sendo assim, os *hubs* serão voltados para passageiros e para produtos de uso intensivo e grande valor agregado, como diesel e fluido para as operações de perfuração (BERTO, MENDES E NOGUEIRA, 2012).

Para o transporte até a costa, a construção de gasodutos enfrenta questões desafiadoras, fora a distância de 300 km e 2.200 metros ou mais de profundidade de lâmina d'água, é necessário a utilização de tubos de 18 polegadas (MORAIS, 2013).

Uma opção para o transporte do gás natural está cada dia mais em pauta. A transformação do gás em estado gasoso para o gás liquefeito (GNL) e transportá-lo por navios (BERTO, MENDES E NOGUEIRA, 2012).

“Uma solução em estudo é a construção de navios-plataforma dotados de unidades para a transformação do gás natural em estado gasoso para gás natural liquefeito (GNL), através da redução do seu volume para que possa ser transferido para navios-tanque de transporte” (MORAIS, 2013, p. 247).

A construção de plataformas flutuantes para gás natural liquefeito (FLNGs) serviria de apoio à para essa modalidade de transporte de gás natural, porém seus custos podem ser altos devido à baixa competição e à falta de mão de obra especializada (MORAIS, 2013).

No obstante à melhoria do transporte por dutos, uma solução estudada pela Petrobras são os Sistemas de captura, transporte e armazenamento geológico do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por meio do Programa de Desenvolvimento de Tecnologias para o CO<sub>2</sub> (PRO-CO<sub>2</sub>) (MORAIS, 2013,). Esse projeto visa estudar a possibilidade de reinjetar o dióxido de carbono nos reservatórios com o objetivo de se aumentar a recuperação de reservas; armazenamento do gás em aquíferos salinos sob o fundo do mar; reinjeção em reservatórios de gás já exauridos e estocagem em cavernas na camada de sal, com o que se evitariam emissões na atmosfera terrestre (MORAIS, 2013, p. 253). Entre outros benefícios essa tecnologia tem por objetivo reduzir os efeitos corrosivos nos dutos, materiais e equipamentos pela presença do CO<sub>2</sub>.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo da logística empresarial realizado neste trabalho propôs sintetizar os conhecimentos recém-adquiridos com a nova experiência da exploração e produção do Pré-sal brasileiro.

Observa-se que a Petrobras teve um histórico de sucessivos acertos e que a prospecção ao mar brasileiro proporcionou um grande incentivo de desenvolvimento de novas tecnologias, mas ainda há um longo caminho a percorrer.

As teorias da logística, quanto aos conceitos de armazenagem, serviram como base para entendimento do funcionamento dos variados processos logísticos de armazenagem do Pré-sal. Assim como as teorias quanto à localização das instalações abordada foram abordadas para refletir-se a respeito das principais características que envolvem as instalações das bacias sedimentares no mar.

A análise dos modais feita anteriormente por estes autores também é determinante para verificar as características de cada um deles, assim como, as relações intermodais e neste trabalho serve de suporte para o entendimento da logística empresarial do Pré-sal, visto que, os modais utilizados na logística empresarial do Pré-sal possuem influências ambientais e intervenções tecnológicas variadas o que torna um assunto complexo de ser estudado.

A exploração e produção do petróleo brasileiro obtiveram excelente resultados nos últimos anos, a descoberta do Pré-sal impulsionou os investimentos em logística e fez com que não só a Petrobrás como todas as empresas de apoio logístico direcionassem seus recursos em tecnologia e inovação.

Diante de um novo cenário que ainda vem sendo estudado, a Petrobrás pretende solucionar os problemas de logística empresarial existentes com tecnologias de ponta como os *hubs marítimos*; efetivos sistemas de separação, distribuição e aproveitamento de CO<sub>2</sub>; utilização do GNL.

Embora os investimentos sejam altos, os resultados obtidos com os primeiros testes são cada vez mais animadores e a viabilização da efetiva produção do Pré-sal fará com que o Brasil se torne não só um dos principais produtores de petróleo mundial, mas detentor das maiores tecnologias em logística.

## 5. REFERÊNCIAS

**ALMEIDA, Neto, E.; ALONSO, P.S.R.; ROSSETTO FILHO, I.J.; SERPA, F.G.** Pre-Salt Cluster Long Term Supply Strategy. Offshore Technology Conference. OTC 20100. 2009.

**AZEVEDO, Ludmila.** O tempo certo de explorar o pré-sal. Macaé Offshore, Rio de Janeiro: Macaé Offshore, no. 53, 2007. Disponível em: < <http://www.macaeeoffshore.com.br/revista/internas.asp?acao=capa&edicao=35>>. Acesso em 30 jul. 2013.

**BALLOU, Ronald H.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.; 28cm, ISBN 85-363-0591-6, 5. ed.; tradução Raul Rubenich.

**BARBOSA, Marina Carvalho; ESTEVES, Elisabete de Almeida.** A navegação de apoio marítimo no Brasil. [S.l.]: ABEAM, 1989. 60 p.

**BERTO, Alan de Sousa; MENDES, Bryan Lima; NOGUEIRA, Matheus Botelho.** As complexidades da exploração do pré-sal no que se refere à inovação na indústria em engenharia e novos materiais, mão de obra e aspectos econômicos e geopolíticos. Bolsista de Valor, Rio de Janeiro: Petrobras, v.2, n. 1, p. 41-47, 2012.

**BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J.** Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento; São Paulo; Atlas; 2001.

**CAETANO, Rodrigo; VELLUTO, Luciene.** A cadeia bilionária de negócios do pré-sal. Istoé Dinheiro. São Paulo, no 804, 2013. Disponível em: <[http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/114181\\_A+CADEIA+BILIONARIA+DE+NEGOCIOS+DO+PRESAL](http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/114181_A+CADEIA+BILIONARIA+DE+NEGOCIOS+DO+PRESAL)>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**CARDOSO, Denis.** Entrevista - Technip faz 1o navio brasileiro para lançar dutos. G1, [S.l.], 22 out. 2009. Economia e negócios, p. 1. Disponível em: <[http://g1.globo.com/Noticias/Economia\\_Negocios/0,,MUL1351274-9356,00.html](http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL1351274-9356,00.html)>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**CARDOSO, Denis.** ENTREVISTA: Technip faz 1o navio brasileiro para lançar dutos. Estadão, [S.l.], 22 out. 2009. Notícias, p. 1. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,entrevista-technip-faz-1o-navio-brasileiro-para-lancar-dutos,454915,0.htm>>. Acesso em 30 jul. 2013.

- CORONADO, O.** Logística Integrada: Modelo de Gestão. Ed. Atlas, 2007. 240 p. ISBN: 8522446296.
- CUNHA, Marcílio.** Logística no pré-sal. Cais do Porto, [S.l.], 01 ago. 2011. Artigo, Ed. 17. Disponível em: <<http://www.caisdoporto.com/v2/listagem-materias-detalle.php?id=28&idMateria=439>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- DIAS, José Luciano de Mattos; QUAGLINO, Maria Ana.** A questão do petróleo no Brasil: uma história da PETROBRAS. Rio de Janeiro: CPDOC: Petrobras, 1993. 211 p.
- FARIA, Estéferson.** PRÉ SAL: riqueza brasileira. Revista Petrobras, Rio de Janeiro: Ispis, n.147, p. 1-35, maio 2009.
- FERRO, Fernando; TEIXEIRA, Paulo.** Os desafios do Pré-Sal. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009. 78 p. Série cadernos de altos estudos; n. 5.
- FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati.** Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000. 372 p. Coleção COPPEAD de Administração. ISBN 85-224-2742-9.
- FRAGOSO, Otávio A.; CAJATY, Marcelo.** Rebocadores Portuários. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Praticagem, 2002. 134 p. 24cm. ISBN 85-89222-01-2
- FRAIHA, Daniel.** Setor offshore deve demandar 100 novos helicópteros nos próximos sete anos. Petronotícias. [S.l.], 7 mai. 2013. p. 1. Disponível em: <<http://www.petronoticias.com.br/archives/27959>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- GALL, Norman.** Petróleo em águas profundas: As descobertas no mar mudarão o curso do desenvolvimento brasileiro? São Paulo: Braudel Papers, 2011. 31 p. ISSN: 1981-6502.
- GALP ENERGIA.** Entrada em operação da segunda FPSO no campo Lula-Iracema duplica capacidade de produção instalada naquela área. Lisboa: Galp Press, 7 jun. 2013. p. 1. Disponível em: <<http://www.galpenergia.com>>. Acesso em: 29 jul. 2013.
- GASODUTO Lula-Mexilhão** começa a operar na Bacia de Santos. Petrobras, Rio de Janeiro, 19 set. 2011. Relacionamento com Investidores, p. 1-2. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/empresas/consbov/ArquivosExibe.asp?site=B&protocolo=305220>>. Acesso em 30 jul. 2013.
- GOY, Leonardo; LIMA, Kelly.** Blocos terão bases flutuantes: Objetivo é reduzir as dificuldades com o transporte. O Estado de São Paulo, [S.l.], 2 set. 2008. p. 1. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=489760>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- HAYASHI, Mauro Yuji.** Desenvolvimento do Pré-sal. In: CURSO DE ENERGIA PARA JORNALISTAS, Rio de Janeiro: Agência Petrobras de Notícias, 2010. CD ROM.
- MACAÉ OFFSHORE.** Rio de Janeiro: Macaé Offshore, no 70, p.1-80, jun-jul 2013.
- MORAIS, José Mauro de.** Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore. – Brasília: Ipea: Petrobras, 2013. 424 p. : il., gráfs., mapas, tabs.
- NETO, J.B. Ortiz; COSTA, Armando João Dalla.** A Petrobrás e a exploração de Petróleo Offshore no Brasil: um approach evolucionário. Revista Brasil Energia, Rio de Janeiro: RBE, v. 61. n. 1, p. 95-109, jan-mar 2007.
- NOVAES, Antônio G.** Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição, Ed. Campus, 2001.
- O ESTADO DE SÃO PAULO.** Petrobrás define logística do pré-sal. Estadão, São Paulo, 12 jun. 2010. Economia&Negócios, p. 1. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,petrobras-define-logistica-do-pre-sal,565469,0.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- PAMPLONA, Nicola.** Petrobrás planeja ilha artificial para apoiar exploração do pré-sal. Estadão, São Paulo, 27 jul. 2009. Economia&Negócios, p. 1. Disponível em: < <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,petrobras-planeja-ilha-artificial-para-apoiar-exploracao-do-pre-sal,394141,0.htm> >. Acesso em: 12 jul. 2013.
- PETRONOTÍCIAS.** Líder aviação planeja curso de pilotagem para o mercado de óleo&gás. Petronotícias. [S.l.], 22 abr. 2013, Óleo & Gás. Disponível em: <<http://www.petronoticias.com.br/archives/27200>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- REVISTA PETROBRAS.** Rio de Janeiro: Petrobras, ano 19, no 174, p.1-48, mai-jun 2011.

**ROCHA, Paulo César Alves.** Logística & Aduana. São Paulo: Aduaneiras, 2007. 180 p. ISBN 978-85-7129-503-2.

**RODRIGUES, Ricardo Carvalho.** Pré-sal: desafios tecnológicos. Conhecimento & Inovação, Rio de Janeiro: ANPEI, abr-jun 2010. Disponível em: <<http://www.conhecimentoeinovacao.com.br/materia.php?id=360>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**ROSA, Bruno.** Pré-sal: Brasil tem potencial para explorar 55 bilhões de barris. O Globo, Rio de Janeiro, 16 jul. 2012. Economia. p. 1 Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/pre-sal-brasil-tem-potencial-para-explorar-55-bilhoes-de-barris-6097763>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**SCHÜFFNER, Cláudia.** Entrevista - José Formigli. Valor Econômico, [S.l.], 23 mai. 2008. Resenha Eletrônica, p. 1. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=463767>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**SCHUTTE, Giorgio Romano.** Panorama do Pré-sal: Desafios e Oportunidades. Brasília: IPEA, 2012. 76 p. ISSN 1415-4765.

**TRANSPETRO.** A Companhia. Disponível em: <[http://www.transpetro.com.br/TranspetroSite/appmanager/transpPortal/transpInternet?\\_nfpb=true&\\_windowLabel=barraMenu\\_3&\\_nffvid=%2FTranspetroSite%2Fportlets%2FbarraMenu%2FbarraMenu.faces&\\_pageLabel=pagina\\_base&formConteudo:codigo=125](http://www.transpetro.com.br/TranspetroSite/appmanager/transpPortal/transpInternet?_nfpb=true&_windowLabel=barraMenu_3&_nffvid=%2FTranspetroSite%2Fportlets%2FbarraMenu%2FbarraMenu.faces&_pageLabel=pagina_base&formConteudo:codigo=125)>. Acesso em: 12 jul. 2013.

**TRANSPORTE MODERNO,** São Paulo: OTM Editora, no 433, p. 106-107, set-out 2010.

**VERGARA, Sylvia Constant.** Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2009.