

1 Introdução

As reservas mundiais de petróleo e gás em grande parte estão situadas em reservatórios constituídos por rochas carbonáticas. Essas rochas formadas principalmente de calcários e dolomitas (carbonatos de cálcio e magnésio) possuem papel relevante na indústria do petróleo por conterem grandes volumes de óleo e gás natural, distribuídos ao redor do mundo em diversas bacias sedimentares. Esses reservatórios detêm uma posição relevante, e são caracterizados por sua complexidade, devido a sua variada heterogeneidade.

No Brasil essas rochas estão assumindo importância crescente considerando a maturidade exploratória dos reservatórios mais rasos e a necessidade da exploração de reservatórios mais profundos como os descobertos no pré-sal.

Pretende-se superar grandes desafios através de projetos de pesquisa e desenvolvimento para adaptar e criar tecnologias na área de E&P visando explorar e produzir estas reservas com economicidade.

A região em destaque, a 200 km da costa no litoral brasileiro, face às recentes descobertas da Petrobras, compreende uma área que vai do norte da Bacia de Campos ao sul da Bacia de Santos e desde o Alto Vitória (Espírito Santo) até o Alto de Florianópolis (Santa Catarina), com três bacias sedimentares (Santos, Campos e Espírito Santo), como pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

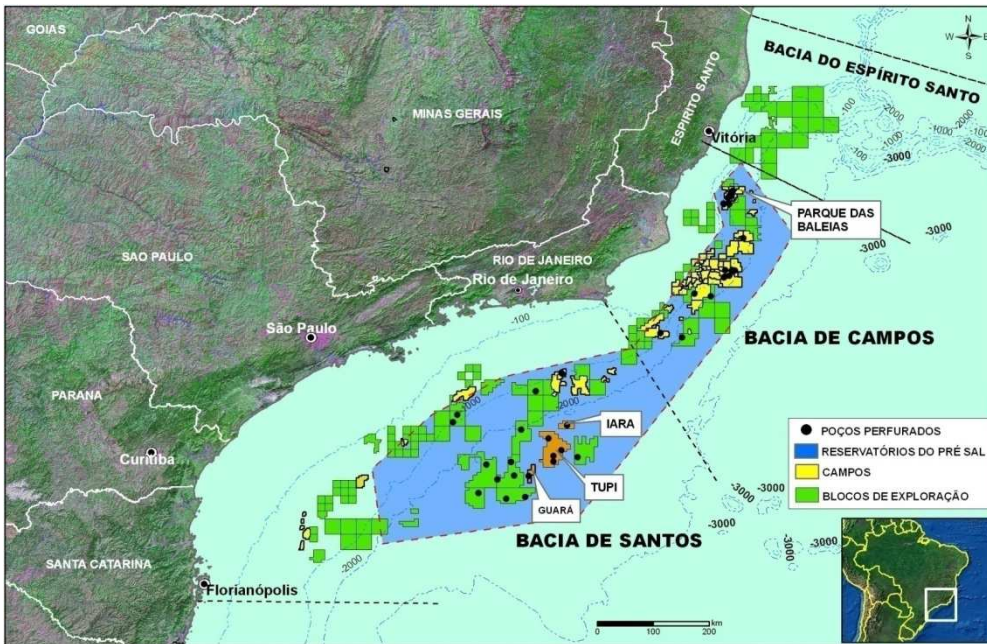


Figura 1 – Localização do pré-sal no Brasil
Fonte: Petrobras (c2012).

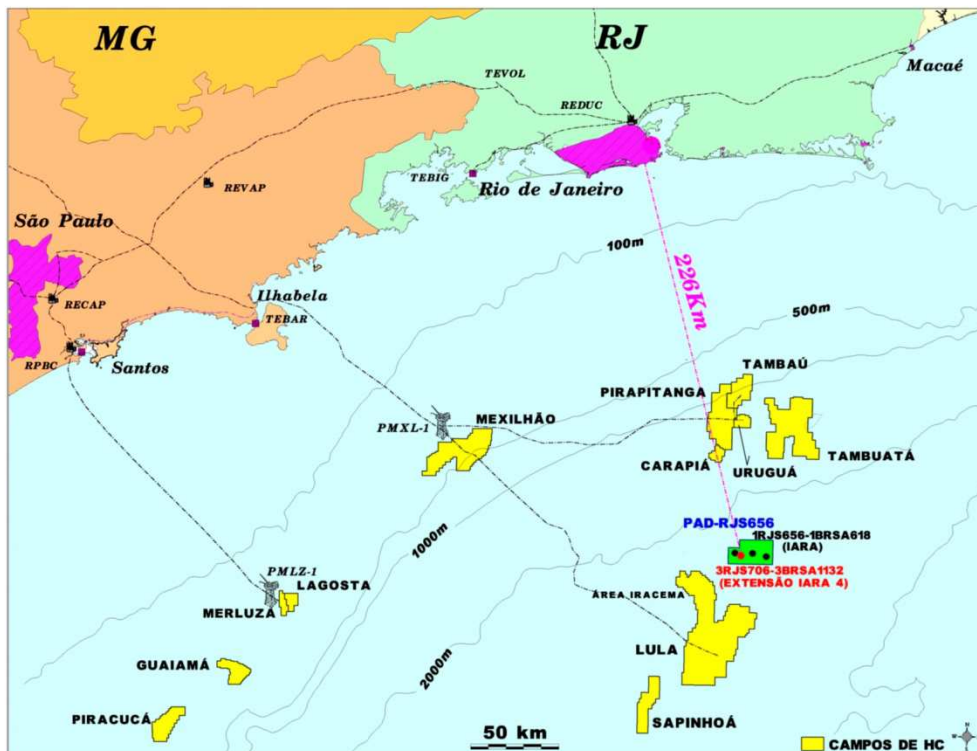


Figura 2 – Localização de alguns campos do pré-sal no Brasil
Fonte: Petrobras (c2014).

O conjunto de campos petrolíferos do pré-sal brasileiro situa-se a profundidades que variam de 1.000 a 2.000 metros de lâmina d'água e entre 4.000 e 6.000 metros de profundidade do subsolo conforme Figura 3. O petróleo

encontrado nesses campos é catalogado como um óleo de média e alta qualidade segundo a escala API.

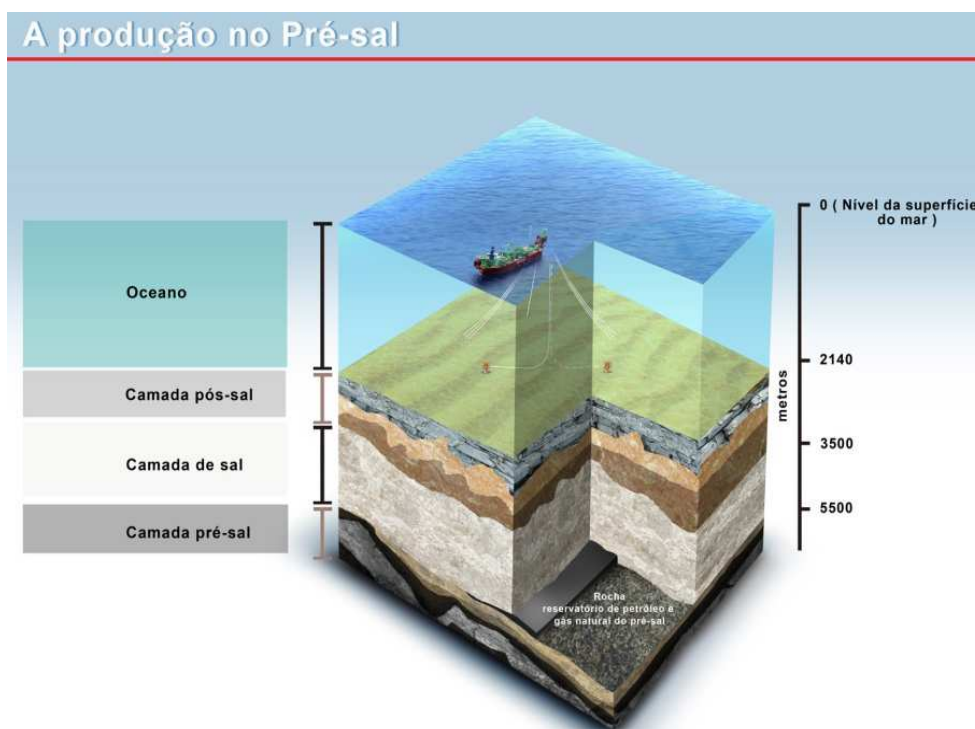


Figura 3 – Estratificação e camada litológica do pré-sal
Fonte: Petrobras (c2014).

Para atingir os objetivos propostos na extração do petróleo do pré-sal, precisa-se do desenvolvimento e otimização de técnicas que sejam capazes de viabilizá-lo através do incremento do fator de recuperação do campo.

Este estudo propõe uma nova técnica de canhoneio de poço, utilizando o laser de diodo à fibra, visando aumentar a produtividade do poço através da criação de canais de alta condutividade para o escoamento de fluidos, produzindo o aumento da área de contato entre o reservatório e o poço, facilitando o escoamento de fluido da rocha para o poço.

A tecnologia a laser é relativamente nova, foi testada inicialmente na indústria militar para a detecção e destruição de mísseis e, agora, está sendo testada na indústria do petróleo como ferramenta de perfuração e completção de poços. Tal se deve a vantagens como: maior controle na geometria da perfuração, maior exatidão na perfuração do furo, capacidade de perfurar diferentes tipos de rochas sem a necessidade de substituição da ferramenta, aumento da eficiência de perfuração, aproveitamento no monitoramento in-situ do material perfurado, etc.

Um dos maiores desafios na estimulação das rochas carbonáticas do pré-sal é realizar um incremento de produtividade, através do *bypass* das zonas de baixa permeabilidade e estender o túnel perfurado a possíveis zonas de alta permeabilidade aumentando a condutividade dessas com o poço.

As operações de canhoneio convencional utilizadas atualmente possuem limitações em relação à aplicabilidade para solucionar os problemas relativos a comunicação das regiões dos reservatórios com o poço.

A geometria dos túneis gerados nas operações de canhoneio convencionais é limitada. Nas aplicações de canhoneio a laser os parâmetros que definem a geometria dos túneis como ângulo, profundidade, diâmetro do orifício e densidade dos furos poderão ser ajustados, permitindo configurações variadas de túneis. Tal versatilidade é um avanço com relação à técnica de canhoneio convencional.

1.1. Motivação

O crescente consumo de petróleo no Brasil tem gerado uma demanda pelo aumento da produção. Tal fato leva a indústria de petróleo a busca constante por novas reservas e formas de produção mais eficientes que atendam a este objetivo.

O desenvolvimento da produção de reservatórios carbonáticos do pré-sal, leva a constante busca de soluções tecnológicas que propiciem superar os desafios encontrados neste cenário. Dentre os desafios estão: as baixas taxas de penetração alcançadas durante a perfuração e em alguns cenários a baixa permeabilidade do reservatório carbonático, um grande investimento em desenvolvimento e implementação de novas tecnologias por parte das empresas envolvidas.

Neste cenário a tecnologia a laser é uma alternativa que apresenta múltiplas vantagens, capaz de oferecer à indústria do petróleo uma significativa redução nos custos com a possibilidade de aumento da produtividade dos poços produtores, consequentemente aumentando do VPL dos campos explorados com esta tecnologia.

1.2. Objetivos

Estudar a viabilidade da aplicação da técnica de canhoneio a laser em poços abertos e em poços revestidos e cimentados através de testes em amostras de revestimento, pastas de cimento com a mesma formulação usada nos poços do pré-sal e rochas carbonáticas de maior resistência compressiva com características próximas ao carbonato do pré-sal. Os materiais selecionados, similares aos utilizados pela indústria de petróleo, serão submetidos à aplicação de irradiação laser de alta potência que seja capaz de perfurar o revestimento, o cimento e a rocha reservatório em um único disparo como numa operação de canhoneio. As amostras de aço, cimento e carbonato serão dispostas de forma a simular a arquitetura e as condições encontradas em poço revestido/cimentado e de poço aberto.

Avaliação dos tempos e potência necessários para o laser atravessar estas amostras, criando um túnel através do revestimento, cimento e a rocha, de maneira a simular um canhoneio. A geometria dos túneis gerados também será estudada no presente trabalho.

1.3. Estrutura do trabalho

Esta dissertação de mestrado está estruturada em cinco capítulos distribuídos conforme a sequência apresentada a seguir:

Capítulo 1: Introdução, Objetivos e Estrutura do Trabalho.

Capítulo 2: Breve Histórico do Uso de Laser para Perfuração e Canhoneio de Rochas.

Capítulo 3: Descrições de Experimentos.

Capítulo 4: Resultados.

Capítulo 5: Conclusões.

Referências Bibliográficas.

Apêndice A: Canhoneio.

Apêndice B: Tecnologias Convencionais

Apêndice C: Revestimento

Apêndice D: Cimento

Apêndice E: Rocha