



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

MADSON RODRIGO DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ELABORAÇÃO DE WELL HANDOVER
DOS POÇOS DO POLO RIACHO DA FORQUILHA**

MOSSORÓ

2021

MADSON RODRIGO DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ELABORAÇÃO DE WELL HANDOVER
DOS POÇOS DO POLO RIACHO DA FORQUILHA**

Relatório de estágio curricular supervisionado, realizado no setor de Engenharia de Reservatórios da Potiguar E&P em Mossoró, apresentado à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Mossoró, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Supervisor: Daniel Moura Miranda – Potiguar E&P

Orientador(a): Prof^a Dra Keila Regina Santana Fagundes - UFRSA

MOSSORÓ/RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586i Silva, Madson Rodrigo da .
IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ELABORAÇÃO DE WELL
HANDOVER DOS POÇOS DO POLO RIACHO DA FORQUILHA
/ Madson Rodrigo da Silva. - 2021.
26 f. : il.

Orientadora: Keila Regina Santana Fagundes.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Petróleo, 2021.

1. Integridade de poços. 2. Conjunto solidário
de barreira . 3. Well handover. I. Fagundes,
Keila Regina Santana , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MADSON RODRIGO DA SILVA

Relatório de estágio curricular supervisionado, realizado no setor de Engenharia de Reservatórios da Potiguar E&P em Mossoró, apresentado à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Mossoró, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Aprovado em 18 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Keila Regina
Santana Fagundes

Assinado de forma digital por
Keila Regina Santana Fagundes
Dados: 2021.11.18 15:23:53
-03'00'

Profª. Dra. KEILAREGINA SANTANA FAGUNDES– UFRSA
Presidente e orientadora

Fabio Pereira
Fagundes

Assinado de forma digital por Fabio
Pereira Fagundes
Dados: 2021.11.19 08:18:33 -03'00'

Prof. Dr. FABIO PEREIRA FAGUNDES – PRH 55/UFRSA
Primeiro Membro

REGINA CELIA DE OLIVEIRA BRASIL
DELGADO:87774151400

Assinado de forma digital por REGINA CELIA DE
OLIVEIRA BRASIL DELGADO:87774151400
Dados: 2021.11.18 18:53:45 -03'00'

Prof. Dra. REGINA CÉLIA DE OLIVEIRA BRASIL DELGADO - UFRSA
Segundo Membro

MOSSORÓ/RN

2021

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus, pela sua infinita graça e misericórdia, pelo seu cuidado e sustentação ao longo da minha e em cada desafio.

À minha família, em especial aos meus pais Ana e Francisco por todos os esforços e dedicação para que possa chegar até aqui. A minha esposa Ingrid e minha filha Isabella pela paciência e compreensão nos momentos de ausência e presença sem que pudesse dar a devida atenção. A todos os meus familiares e amigos pelo apoio incondicional.

Aos meus colegas de estágio e graduação Matheus, Arthur e Cynde, pela paciência e apoio ao longo desse desafio.

À minha orientadora prof^a Dra Keila Regina Santana Fagundes pela atenção, disponibilidade, paciência e sobretudo pelo empenho ao qual me permitiu colar grau ainda nesse semestre letivo.

Ao supervisor de estágio Engenheiro Daniel Moura Miranda pela dedicação e todo o conhecimento transmitido e toda atenção dispensada.

À Potiguar E&P pela oportunidade de aprendizagem e desenvolvimento profissional.

À prof^a Dra Regina Brasil e ao prof^o Dr Fábio Pereira pela disponibilidade em compor a banca.

Aos professores do curso de Engenharia de Petróleo da UFRSA pela importante contribuição e dedicação ao transmitir o conhecimento e preocupação com a formação profissional dos seus alunos.

"Quanto melhor é adquirir a sabedoria do
que o ouro! e quanto mais excelente é
escolher o entendimento do que a prata."

(Prov. 16:16)

RESUMO

Com a preocupação em garantir a segurança operacional dos poços produtores de petróleo, conferindo cuidados às instalações, força de trabalho e meio ambiente, regulamentando a gestão da integridade de forma sistêmica e padronizada, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) criou um regulamento técnico que permeiam os princípios para o gerenciamento da integridade de poços, impondo aos operadores adequações e apresentando orientações que permeiam o processo. Desta forma, o presente trabalho tem a finalidade de apresentar e descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular supervisionado, realizado no setor de Engenharia de Reservatórios, na Potiguar E&P, empresa do seguimento de óleo e gás, voltado a elaboração e implementação do documento de entrega de poços (Well Handover) do polo riacho da forquilha, entre os meses de março a outubro de 2021. Apresentando os principais conceitos relacionados a análise e verificação da integridade de poços de petróleo e estabelecimento de conjuntos solidários de barreiras, abordando o conjunto de atividades necessário para elaboração do documento de entrega de poços, em atendimento a Resolução nº 46/2016 da ANP que instituiu o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Integridade de Poços (RTSGIP).

Palavras-chave: Integridade de poços, conjunto solidário de barreira, well handover.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas do ciclo de vida de um poço.....	2
Figura 2 – Atuação de um conjunto solidário de barreira.....	7
Figura 3 – Esquema de um CSB permanente.....	8
Figura 4 – Esquema de abandono com: (a) 2 CSBs permanentes e (b) CSBs temporários.....	9
Figura 5 – Condição de abandono temporário de poço.....	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição e funcionalidade dos elementos de barreira de segurança de poço.....	5
Tabela 2 – Práticas de gestão de integridade de poços.....	11

SIGLAS E DEFINIÇÕES

ANC: Árvore de natal convencional.

ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

BPP: Bridge plug permanente.

BPR: Bridge plug recuperável.

CSB: Conjunto Solidário de Barreiras.

IBP: Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis.

RTSGIP: Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços.

TVD: Profundidade vertical.

MD: Profundidade medida.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1. CICLO DE VIDA DE UM POÇO DE PETRÓLEO.....	2
3.2. INTEGRIDADE DE POÇOS.....	3
3.3. ELEMENTOS DE BARREIRAS DE POÇO.....	4
3.4. CONJUNTO SOLIDÁRIO DE BARREIRAS.....	7
3.4.1. CSB permanente.....	8
3.4.2. CSB temporário.....	8
3.4.3. CSB primário.....	9
3.4.4. CSB secundário.....	9
3.5. RESOLUÇÃO ANP Nº 46/2016 DO REGULAMENTO TÉCNICO SGIP.....	10
4. A EMPRESA.....	13
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	14
6. CONCLUSÕES.....	15
7. REFERÊNCIAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

Poços de petróleo são projetados para terem uma vida útil, de acordo com sua condição de operação (produção ou injeção) e dos contaminantes presentes no fluido produzido (H_2S ou CO_2), implicando em um espaço de tempo entre 25 a 90 anos, de acordo com o procedimento interno da empresa.

Ao longo desse período, até o abandono permanente, o poço poderá passar por abandono temporário, por diversos motivos, como mudança de programação, indisposição de equipamentos ou até mesmo pela demanda de uma pescaria. O poço pode ser abandonado permanentemente, quando não há interesse de retornar a produzir/injetar, quando a produção não for economicamente viável ou mesmo quando for seco. O projeto de abandono deve levar em consideração os fluidos presentes no reservatório, os intervalos com potencial de fluxo e a condição mecânica do poço no momento do abandono (TERAOKA, 2017).

Ao longo de todo o ciclo de vida de um poço de petróleo, o fluxo descontrolado de hidrocarbonetos até a superfície, é um dos eventos que oferece grande risco. Sua ocorrência pode ter como consequência explosões, incêndios, além de derramamentos de óleo e liberação de gás para a atmosfera, resultando em riscos para os colaboradores envolvidos na operação e sérios danos financeiros a empresa e ao meio ambiente. Desta forma, é questão de segurança evitar que os fluidos presentes no reservatório cheguem à superfície de forma não controlada, sendo importante que os projetos de poços contemplem formas de mitigar o risco de ocorrência de fluxos de fluidos de uma formação em direção à superfície ou a outras formações em contato com o poço (ROCHA et al, 2017).

Se tratando no controle e contenção de fluidos no interior de um poço, dois conceitos são extremamente importantes: integridade de poço e barreiras de segurança. Bouças (2017) conceitua a integridade de um poço de petróleo como a capacidade do sistema de conter os fluidos do poço, evitando vazamentos para o meio externo e entre zonas produtoras. A NORSOK D-010 (2004) conceitua a integridade de poço como a aplicação de soluções técnicas, operacionais e organizacionais para reduzir o risco de descargas não controladas de fluidos do reservatório ao longo do ciclo de vida do poço. Desta forma, a integridade deve ser pensada e considerada em todas as fases ao longo do ciclo de vida de um poço.

O conceito de barreiras de segurança difundido na indústria petrolífera considera como equipamentos e barreiras mecânicas utilizadas no poço com a função de garantir sua integridade (ROCHA et al, 2017). A NORSOK D-010 (2004) define barreira de segurança como um

Invólucro de um ou mais elementos de barreira que previnem a migração de líquidos ou gases de forma não intencional de uma formação a superfície ou para outra formação.

Todos esses esforços são motivados a partir da Resolução nº 46/2016 da ANP que institui o RTSGIP.

2. OBJETIVOS

Abordar de forma sistêmica todo o conhecimento adquirido ao longo da graduação aplicando-os na prática, na identificação e estabelecimento das barreiras de segurança de poço para a elaboração de documento de entrega de poços (Well Handover) do poço Riacho da forquilha, em atendimento as diretrizes da Resolução ANP nº 46/2016.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. CICLO DE VIDA DE UM POÇO

Um sistema de gerenciamento de integridade de poço deve atender aos requisitos básicos, fornecendo orientações claras que devem abranger desde a fase de planejamento até a fase de abandono (REIS e SANTOS, 2021).

Garantir a integridade do poço compreende dois blocos de construção principais: o primeiro é garantir a integridade do poço durante o projeto e a construção do poço, e o segundo é gerenciar a integridade do poço durante toda a vida útil restante do poço (ISO 16530-1, 2017).

Na Figura 1 é possível observar um fluxograma das etapas ao longo do ciclo de vida de um poço, desde sua fase de estruturação até o abandono.



Fonte: REIS e SANTOS, 2021.

As fases do ciclo de vida do poço são divididas em três etapas: fase de estruturação (planejamento, projeto e construção), fase de produção (operacional), fase de intervenção e abandono. Sendo a fase de estruturação responsável pela determinação e desenvolvimento do sistema de integridade do poço e as demais fases responsáveis pelo gerenciamento e manutenção do sistema de integridade através da melhoria contínua (ISO 16530-1, 2017).

3.2. INTEGRIDADE DE POÇOS

Em face da necessidade da indústria petrolífera de garantir a integridade dos poços ao longo do seu ciclo de vida, surgiu o termo Gerenciamento de Integridade de Poços. Definido como a aplicação de soluções operacionais, técnicas e organizacionais que tem como objetivo reduzir os riscos de influxo descontrolado de fluidos da formação para o meio externo (TARAOKA, 2017).

Para garantir a integridade de poços se faz necessário existência de pelo menos CSBs funcionais, durante toda a vida do poço. Os elementos que constituem o CSB devem ser definidos antes do início das atividades, para que se estabeleça e verifique se esses se encontram dentro dos critérios de aceitação e monitoramento (ANP, 2016).

De acordo com BOUÇAS (2017) a integridade de um poço de petróleo é considerada como a capacidade do sistema de conter os fluidos do poço, evitando vazamentos para o meio externo e entre zonas produtoras. Para tanto, faz-se necessário a aplicação de equipamentos que garantam uma vedação mecânica íntegra, formando uma barreira para o petróleo ou seu fluxo. Qualquer fator que leve a uma falha funcional culminará na perda de integridade do poço.

SILVA (2019) é incisiva quando especifica que a premissa do isolamento hidráulico de poços que serão abandonados é que a condição de isolamento e integridade de poço seja garantida a longo prazo ou se possível, permanentemente.

Vários modos de falha podem acarretar na perda de integridade, portanto, para garantir essa integridade, se faz necessário realizar intervenções de manutenção de modo que conservem os poços em situações seguras. Para o caso de falha em algum elemento de barreira, sua integridade é imediatamente comprometida e medidas devem ser tomadas imediatamente a fim de manter um nível de segurança adequado (BOUÇAS, 2017).

Desta forma, para garantir uma maior margem de segurança, é exigido que haja sempre, ao menos dois CSBs independentes em funcionamento, devendo atuar como barreira primária e secundária, em cada possível caminho de fluxo do reservatório para o meio-ambiente (BOUÇAS, 2017).

3.3. ELEMENTOS DE BARREIRAS DE SEGURANÇA DE POÇO

MIURA (2004) define barreira de segurança de poço como uma separação física apta a impedir o fluxo não intencional dos fluidos de uma formação ao longo de um caminho específico. Já a NORSOK (2004) conceitua como um objeto que sozinho não é capaz de impedir o fluxo de um lado para o outro. Para tanto, ALVES (2012) faz analogia de uma barreira de poço a uma corrente, sendo os elos os elementos de barreira, sendo assim, a disponibilidade de uma barreira depende dos demais elementos de barreira.

O IBP (2017) estabelece as seguintes definições para alguns dos principais elementos de barreira, conforme a Tabela 1 e diferencia ainda os elementos de barreiras nas seguintes categorias, conforme definições a seguir:

Elemento de CSB Combinado: Elemento de CSB estabelecido em operação única e que representa dois elementos em um, compondo um CSB combinado. Exemplo: trecho de tampão de cimento com extensão dobrada em relação àquela requerida para composição de um único elemento de CSB;

Elemento de CSB Compartilhado: Elemento de CSB que faz parte simultaneamente dos CSBs primário e secundário para um mesmo intervalo pertinente. Exemplo: cabeça de poço ou ANC (em algumas situações de abandono temporário);

Elemento de CSB Verificado: Elemento de CSB cuja eficácia foi verificada por meio de avaliação pós-instalação ou de observações registradas durante sua instalação. Por exemplo, a verificação do cimento no anular como elemento de CSB poderá ser feita por meio de perfis de avaliação de cimentação ou pela constatação de ausência de anormalidades durante a operação de cimentação primária, tomando como base os parâmetros operacionais executados. Os processos de Verificação se dividem em duas categorias:

a) **Teste:** Verificação de elemento de CSB através da aplicação de pressão no sentido do fluxo, considerando pressão diferencial igual ou maior do que a máxima prevista.

b) Confirmação: Verificação de elemento de CSB através da avaliação dos dados recolhidos durante e/ou após a sua instalação

Tabela 1 – Descrição e funcionalidade dos elementos de barreira de segurança de poço.

ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO
Não Surgência	Pressão de reservatório insuficiente para elevar os fluidos até a superfície ou até o leito marinho.	Fluido da formação exercendo pressão hidrostática no poço que prevenirá o fluxo não intencional de fluidos da formação para o ambiente externo.
Revestimento	Tubulação de revestimento/liner	Prover o isolamento físico que impeça o fluxo de fluido da formação ou de fluido de injeção entre o interior da tubulação e seu anular.
Tampão de Cimento	Pasta de cimento que se solidifica e isola hidráulicamente o interior do poço	Prevenir o fluxo de fluidos provenientes da formação entre intervalos de formações distintas no interior do poço e/ou para a superfície/leito marinho.
Cimento em Anular	Pasta de cimento endurecida localizada em anulares entre tubulares metálicos concêntricos (revestimento, coluna de produção, de injeção, de trabalho, entre outras) ou entre um tubular metálico e a parede da formação.	Prover um isolamento hidráulico ao longo do poço nos anulares de tubulações metálicas concêntricas e entre uma tubulação metálica e a parede da formação, prevenindo o fluxo de fluidos da formação, impedindo a transmissão de pressão desde o topo ou desde a base do trecho anular cimentado. Além disso, nos revestimentos condutor e superfície o anular cimentado tem a função de prover integridade estrutural ao poço.
Formação Selante	Formação perfurada e localizada adjacente ao material isolante no anular do revestimento/liner ou no poço aberto.	Prover um isolamento hidráulico e permanente prevenindo o fluxo do interior do poço para a superfície, leito marinho ou outro intervalo do poço.
Coluna de Produção/Injeção	Coluna de elementos tubulares para produção/injeção	A finalidade da coluna de produção/injeção é servir como um dos meios pelo qual os fluidos são conduzidos até a árvore de natal ou injetados para a formação.

Packer de Produção	Este equipamento consiste de um dispositivo para ancoragem em revestimento/liner e de um elemento de vedação anular que é ativado durante sua instalação.	Impedir fluxo pelo anular entre coluna e revestimento de produção, em ambos os sentidos (formação x espaço anular e vice-versa).
Dispositivo de Segurança de Sub Superfície (DSSS)	Elemento que se conecta à coluna de produção/injeção contendo uma válvula fail safe close. Essa válvula pode ser atuada remotamente ou pode ser aberta por fluxo (válvulas de segurança de injeção).	Impedir fluxo de fluidos da formação para o meio externo, pelo interior da coluna de produção/injeção.
Bridge Plug Permanente, Bridge Plug Recuperável, Cement Retainer e Packer de Abandono	Este equipamento consiste de corpo tubular tamponado, de um dispositivo para ancoragem na tubulação onde será assentado e de um elemento de vedação externo ao seu corpo que é expandido durante sua instalação e garante vedação entre seu corpo e a tubulação na qual será assentando.	Impedir fluxo pelo interior da tubulação na qual será assentado (revestimento ou coluna de produção/ injeção) em ambos os sentidos (formação x meio externo e vice-versa).
Cabeça de Poço	Consiste de um elemento com selos de vedação e suspensores de revestimento com conjuntos de vedação, podendo ter válvulas de acesso ao anular	Tem a função de prover apoio mecânico para o revestimento suspenso e coluna de produção e para apoiar a coluna de riser, BOP e árvore de natal, e para prevenir o fluxo do poço e do anular para a superfície ou leito marinho.
Árvore de Natal Convencional (ANC)	A árvore de natal convencional (ANC) é um equipamento constituído por válvulas, sistema de controle e linhas de fluxo com a finalidade de controlar a produção e/ou injeção de fluidos no poço.	1. Prover um caminho para os fluidos vindos da coluna de produção para as linhas de superfície com a capacidade de interromper ou controlar o fluxo em ambos os sentidos. 2. Prover um ponto de acesso por onde um fluido de amortecimento pode ser bombeado para a coluna de produção. 3. Prover ponto de acesso para monitoramento do poço.

Fonte: IBP, 2017.

3.4. CONJUNTO SOLIDÁRIO DE BARREIRAS

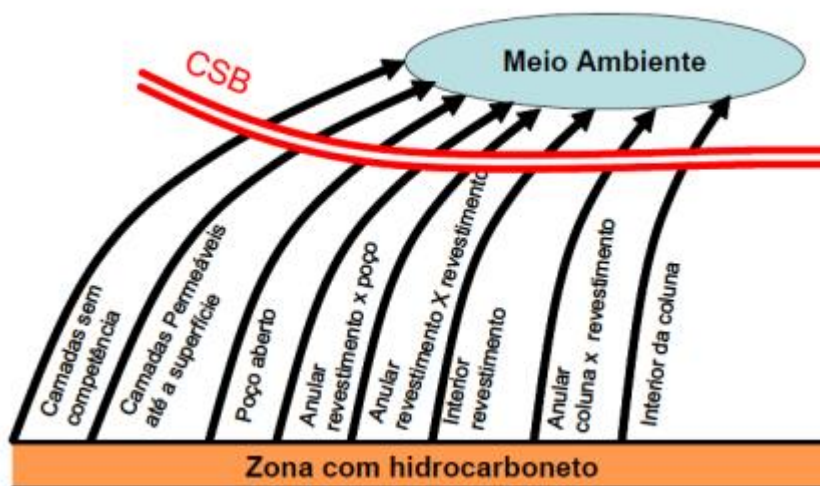
A ANP (2016) define o conjunto solidário de barreira como um conjunto de um ou mais elementos com o objetivo de impedir o fluxo não intencional de fluidos da formação para o meio externo e entre intervalos no poço, considerando todos os caminhos possíveis.

Para TARAOKA (2017) o CSB é um conjunto constituído de uma ou mais barreiras aptas a impedir o evento indesejável considerando todos os caminhos possíveis entre o sistema (reservatório/poço) e o meio ambiente. Vale ressaltar que as barreiras devem ser solidárias, impedindo os possíveis caminhos entre as barreiras.

Desta forma, um exemplo de CSB empregado para um abandono de poço é um tampão de cimento, o revestimento, cimentação do anular e formação.

A Figura 2 apresenta os caminhos possíveis do fluxo da zona com hidrocarboneto até a superfície, considerando os caminhos possíveis e a atuação do CSB.

Figura 2 – Atuação de um conjunto solidário de barreira.



Fonte: Tareoka, 2017.

Baseado na NORSOK D-010 (2004) e no RTSGIP, ROCHA et al (2017) especifica que a integridade do poço deve ser garantida através do emprego de no mínimo dois CSB's disponíveis em cada ciclo de vida do poço, sendo distinguidos como primário e secundário de acordo com a sua proximidade ao reservatório, levando em consideração a possibilidade de os fluxos indesejados ocorrem por meio de quatro percursos principais, migrando até a parte

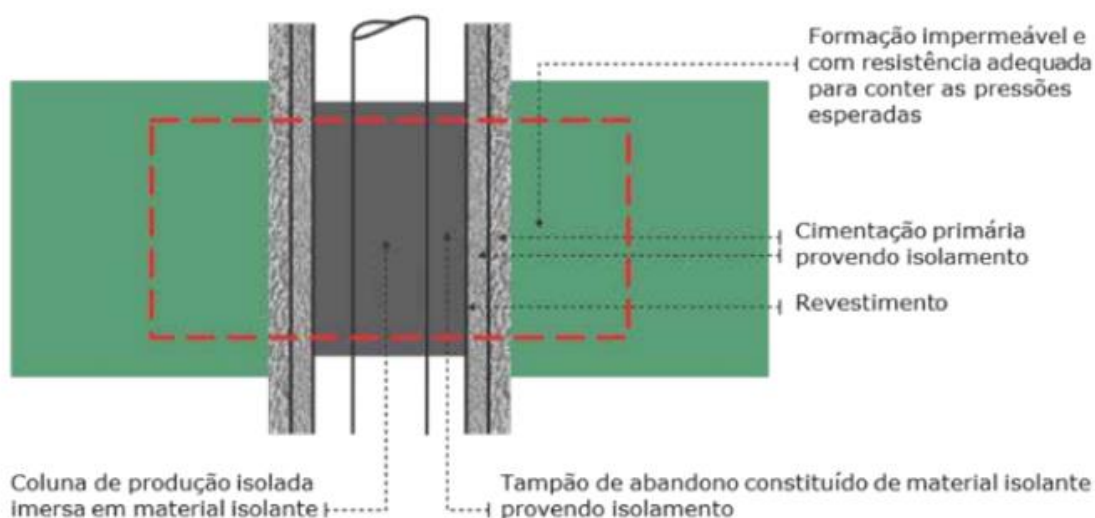
externa ou à outra formação. No entanto, deve-se considerar que o fluxo pode não ocorrer somente em um caminho exclusivo, havendo assim, possibilidades de migração de uma via para outra, caso haja comunicação entre elas (ROCHA et al, 2017). Os caminhos de fluxo são:

- Através da coluna (de perfuração, produção ou injeção).
- Através do poço (o anular entre a coluna e o revestimento).
- Através do anular formado entre os revestimentos ou revestimento e formação.
- Através das formações no entorno do poço.

3.4.1. CSB permanente

O CSB permanente visa impedir o fluxo não intencional de fluidos da formação na condição atual e futura, levando em consideração todos os caminhos possíveis, devendo ser posicionado em uma formação impermeável através de uma seção integral do poço, com formação competente na base do CSB. Na Figura 3 são apresentados os principais elementos de CSB permanente (IBP, 2017).

Figura 3 – Esquema de um CSB permanente.



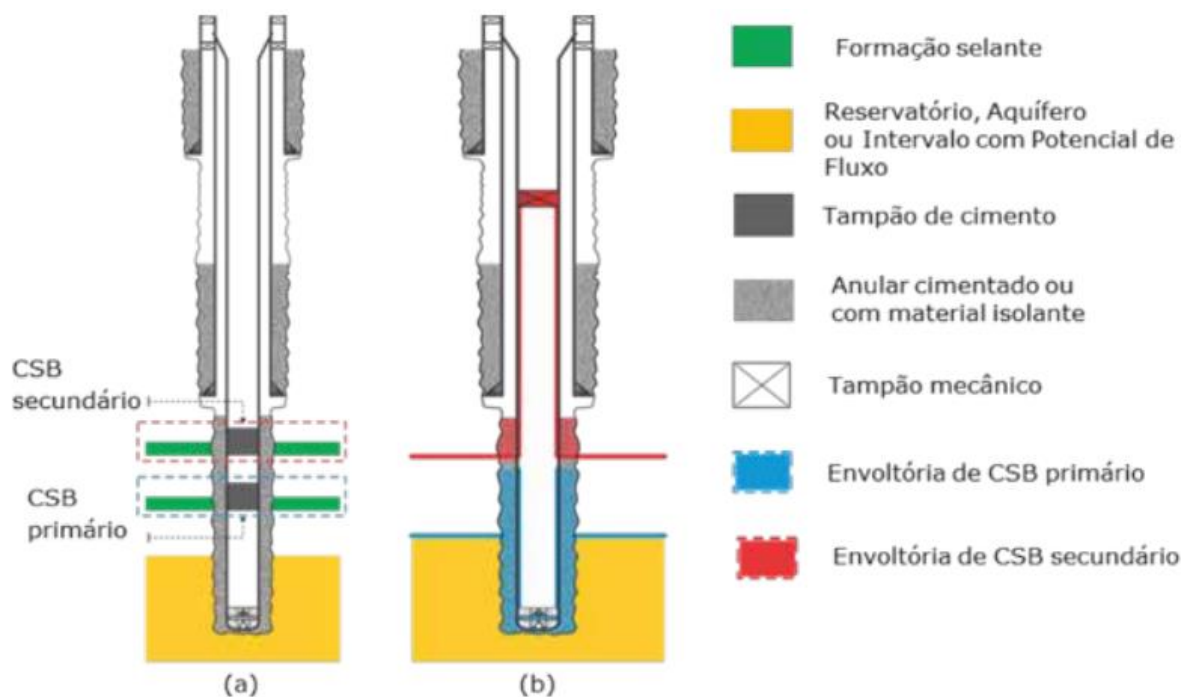
Fonte: IBP, 2017.

3.4.2. CSB temporário

O CSB temporário é constituído por um conjunto de um ou mais elementos de CSB cuja finalidade é prevenir o fluxo não intencional de fluidos de uma formação com potencial de fluxo para o interior do poço, para outras formações com potencial de fluxo ou para o meio externo. Os elementos que compõem o CSB temporário não precisam estar localizados na mesma profundidade (IBP, 2017).

A Figura 4 apresenta esquemas para estabelecimento de CSBs para condições de abandono temporário e permanente.

Figura 4 – Esquema de abandono com: (a) 2 CSBs permanentes e (b) CSBs temporários.



Fonte: IBP, 2017.

3.4.3. CSB primário

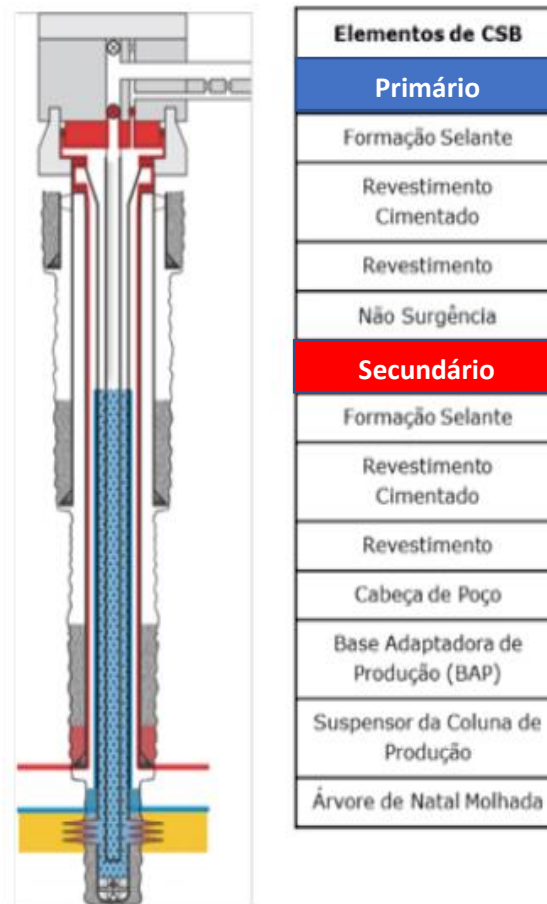
Primeiro CSB estabelecido para o controle do fluxo não intencional (controle primário do poço), devendo ser posicionado acima do intervalo com potencial de fluxo a isolar em face a uma formação selante. Caso o trecho de um tampão de cimento que componha um CSB permanente for posicionado no interior de revestimento/liner, os espaços anulares deverão conter cimento para promover o isolamento hidráulico (IBP, 2017).

3.4.4. CSB secundário

Segundo CSB estabelecido para o controle do fluxo não intencional (controle secundário do poço), devendo ser posicionado frente a uma formação selante, servindo de backup para o CSB primário, sendo aplicáveis as mesmas considerações do CSB primário em relação ao seu posicionamento (IBP, 2017).

A Figura 5 apresenta uma condição de abandono temporário de poço não surgente e estabelecimento dos CSBs primário e secundário, descrevendo cada elemento que os compõem.

Figura 5 – Condição de abandono temporário de poço.



Fonte: IBP, 2017.

3.5. RESOLUÇÃO ANP Nº 46/2016 DO REGULAMENTO TÉCNICO SGIP

A resolução ANP nº 46/2016 teve por objetivo de instituir o regime de segurança operacional para integridade de poços de petróleo e gás, aprovando o RTSGIP.

O RTSGIP se baseia no estabelecimento de Práticas de Gestão. Devido ao arcabouço regulatório da ANP e suas lacunas para as atividades ao longo do ciclo de vida dos poços, surgiu a necessidade da criação do Regulamento Técnico (ANP, 2016). Portanto, o RTSGIP regula as atividades dos Operadores de Contrato para os seguintes itens:

- Projeto de poço;
- Construção do poço;
- Aspectos relacionados à perfuração terrestre;
- Produção do poço e as interações com as unidades de produção;
- Intervenção do poço.

A Resolução ANP nº 46/2016 revoga e substitui, a Portaria ANP nº 25/2002 que estava atrasada em relação as melhores práticas da indústria e não considerava os CSBs, determinando apenas o uso de tampões. Essa nova resolução possui um prazo estabelecido para adequação quanto a presença dos dois CSBs ao longo de todo o ciclo de vida do poço. De acordo com o Art. 3. as empresas que possuam o direito de exploração e produção offshore possuem, a partir da data de publicação, um prazo de dois anos, as que operem no onshore, possuem um prazo de adequação de três anos (ANP, 2016).

A Resolução apresenta 18 práticas de gestão para gerenciamento da integridade de poços e estão detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Práticas de gestão de integridade de poços.

RESOLUÇÃO ANP Nº 46/2016 - PRÁTICAS DE GESTÃO
PG 1. Cultura de Segurança, Compromisso e Responsabilidade Gerencial
PG 2. Envolvimento da Força de Trabalho
PG 3. Gestão de Competência
PG 4. Fatores Humanos
PG 5. Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas
PG 6. Monitoramento e Melhoria Contínua do Desempenho
PG 7. Auditorias
PG 8. Gestão da Informação e da Documentação
PG 9. Incidentes
PG 10. Etapas do Ciclo de Vida do Poço
PG 11. Elementos Críticos de Integridade do Poço
PG 12. Análise de Riscos
PG 13. Integridade do Poço
PG 14. Planejamento e Gerenciamento de Emergências de Controle de Poço
PG 15. Procedimentos
PG 16. Gestão de Mudanças
PG 17. Preservação Ambiental

Fonte: ANP, 2016.

Dentre as exigências da resolução, no que diz respeito a prática de gestão nº 8 – Gestão da informação e da documentação, o operador deverá dispor ao longo do Ciclo de Vida do Poço, documentação de entrega de poço (Well Handover) atualizada, contendo, no mínimo, as seguintes informações (ANP, 2016):

- a) Dados gerais do poço: campo, instalação, nomenclatura ANP;
- b) Criticidade do poço;
- c) Vida útil prevista;
- d) Desenho esquemático atualizado do poço;
- e) Desenho esquemático ou diagrama dos CSB;
- f) Descrição e função dos elementos de CSB;
- g) Dimensões e profundidades do topo e da base (TVD e MD) de todos os elementos tubulares e de todos os elementos utilizados nos CSB;
- h) Dados de propriedades mecânicas das rochas que atuem como elemento de CSB;
- i) Fabricante e modelo dos equipamentos que atuem como elemento do CSB;
- j) Modo de ativação (manual/automático) e de operação (aberto/fechado) das válvulas;
- k) Estado da integridade de cada elemento do CSB;
- l) Procedimento de Verificação da integridade dos elementos dos CSB ao longo do seu Ciclo de Vida;
- m) Critérios de aceitação dos elementos do CSB;
- n) Data da última Verificação, resultados e avaliação dos elementos dos CSB;
- o) Topo e base dos reservatórios e formações com Potencial de Fluxo com suas respectivas pressões, temperaturas e dados de fluido;
- p) Pressões admissíveis máximas e/ou mínimas em cada um dos elementos do CSB;
- q) A maior pressão que a coluna de produção e os anulares podem suportar, medida na cabeça do poço;
- r) Identificação de elementos comuns ao CSB Primário e ao CSB Secundário;
- s) Histórico de eventos ou incidentes importantes que possam vir a comprometer a integridade durante Ciclo de Vida do Poço; e
- t) Campo de observações e comentários (anomalias, exceções e etc.).

Com base nessa resolução, o IBP, visando o atendimento regulatório para a garantia da segurança e integridade de poços ao longo de todo o seu ciclo de vida, priorizou junto ao seu drilling & wells committee discussão sobre esta temática colaborando junto à ANP para

contribuições à construção do novo regulamento. Tendo em vista que a Resolução estabeleceu um prazo de adequação de 6 (seis) meses para os requisitos de Abandono de Poços (Prática de Gestão 10.5), enquanto o prazo para os demais requisitos ficou em dois anos, podendo chegar a três anos em casos específicos, considerando o prazo de adequação mais curto para os requisitos de abandono de poços, foi estabelecido um grupo de trabalho para elaborar um documento de diretrizes e boas práticas de E&P – Diretrizes Para Abandono de Poços para garantir o atendimento aos requisitos do RTSGIP, auxiliando na construção e verificação dos conjuntos solidários de barreiras (CSBs), bem como uniformizar critérios mínimos entre as Operadoras que atuam no Brasil, abrangendo não apenas os cenários offshore brasileiro (majoritariamente de águas profundas e ultra-profundas), mas também ambientes onshore (IBP, 2017).

4. A EMPRESA

A PetroReconcavo é uma operadora independente de petróleo e gás e uma das líderes na sua área de atuação no Brasil. Com mais de vinte anos, é especializada na operação, desenvolvimento e revitalização de campos maduros em bacias terrestres de óleo e gás (onshore). Foi uma das primeiras empresas privadas focadas no onshore a operar no Brasil após a quebra do monopólio estatal e promulgação da Lei do Petróleo em 1997 e pioneiros na aquisição de campos de petróleo onshore oriundos do recente programa de desinvestimentos da Petrobras.

O foco da empresa baseia-se na compra (ou na prestação de serviços de operação) de concessões de campos onshore maduros, onde acredita-se operar esses campos de forma mais eficiente, revitalizando-os e estendendo suas reservas, visando o desenvolvimento de novas reservas provadas em campos já em produção, produzindo com baixo custo operacional e obtendo a otimização do fator de recuperação dos campos.

Na bacia Potiguar, de forma pioneira, adquiriu em 2019 o primeiro e maior polo de produção onshore inserido na primeira etapa do programa de desinvestimento da Petrobras, denominado Riacho da Forquilha, com 34 concessões, totalizando 817 poços, dando origem a sua subsidiária Potiguar E&P, para operar o ativo.

A Potiguar E&P iniciou as operações no polo Riacho da Forquilha em dezembro de 2019, suas operações estão situadas na Bacia Potiguar Emersa, nos municípios de Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró. As negociações com a Petrobras para aquisição do

Campo giraram em torno de R\$ 1,5 bilhão e a produção média do ativo Potiguar é em média 8700 BOEPD.

A companhia presa pela verticalização, contando com equipes própria para intervenções em poços com a perfuração, completção e workovers, possuindo ainda uma equipe de serviços para operações como fraturamento hidráulico e acidificação.

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A implementação do projeto de Well Handover dos 817 poços do polo Riacho da Forquilha se deram basicamente em três etapas: construção do poço no software OpenWells®, avaliação geológica, cadastramento da litologia e elaboração do Well Handover no software Wellhandover®, ambos desenvolvidos pela Halliburton/Landmark para gerenciamento de integridade de poços.

Através dos relatórios de intervenções ao longo da vida útil do poço e de acordo com o esquema mecânico e composição de coluna é possível cadastrar e detalhar todas as intervenções no OpenWells®, como a profundidade e diâmetro das fases do poço, informações sobre os revestimentos (peso e grau), colares e sapatas, cimentação, canhoneio, equipar poço e cabeça de produção. Tais atividades estão estritamente ligadas as disciplinas de poço I e II, cimentação de poços, métodos de elevação artificial e completção e estimulação de poços.

Dentre o processo, apenas a avaliação geológica é realizada pela equipe de geólogos da companhia.

Após a construção do poço correspondendo a completção atual, é então elaborado o documento de Well Handover. Tal processo emprega todos os critérios e passos mencionado anteriormente, que constam na prática de gestão nº 8 do RTSGIP. Para tanto, são informados a instalação a que se destina a produção, tempo de vida útil, quantidade de CSBs adotados, condição de surgência, vazão, localização, fluido produzido e condições de inspeção e monitoramento. São inseridas também informações de pressões máximas e mínimas dos revestimentos e tubos de produção/injeção, além de informações sobre testes de formação e pressão de overburden. Conforme condição de surgência, são estabelecidos os elementos que comporão os CSBs primário, secundário e entre zonas, quando aplicável, onde de posse de toda a documentação histórica do poço, é realizado um estudo de todas as intervenções com o intuito de levantar e evidenciar os testes de verificação do estado de integridade dos elementos estabelecidos como CSBs, como teste do revestimento, da cabeça de produção, avaliação da

cimentação, etc. Uma vez que não sejam encontradas evidências de teste de verificação, seja por falta de documentação ou por não realização dos mesmos, até em situações de falha nos elementos, são geradas informações de verificação impossível ou não integridade gerando um plano de ação para verificação ou correção. São cadastrados ainda antecedentes observados ao longo da vida do poço, como exemplo, ocorrência de kick ou blowout, especificando a não conformidade do fluido de perfuração ou completação, má cimentação, produção de H₂S, furo no revestimento, etc. Ainda são acrescentadas informações sobre as propriedades mecânicas das formações de campos que disponham de tal informação, válvulas da cabeça do poço e evidência de todos os testes de verificação dos elementos de CSBs e demais informações que julgue necessário constar no histórico do documento. Tal desenvolvimento está diretamente relacionadas as disciplinas de fluidos de perfuração e completação e técnicas e operações de perfilagem, ao avaliar a cimentação do trecho estabelecido.

6. CONCLUSÕES

Através desta valiosa experiência foi possível aplicar um vasto conhecimento adquirido ao longo da graduação, contribuindo para o êxito do projeto de implantação do Well Handover dos 817 poços do polo Riacho da Forquilha, contribuindo para o desenvolvimento profissional em uma área de extrema importância, considerando a implementação relativamente recente no contexto operacional da companhia.

Desta maneira, por mais que se utilize como base o caderno de boas práticas e diretrizes para abandono de poços, elaborado em virtude do curto tempo de adequação desses poços, se faz necessário o avanço na elaboração e homologação de diretrizes para poços produtores. Tal discussão é vista como de suma importância para dar suporte aos operadores, principalmente no onshore, caracterizado por campos maduros que, mesmo com tempo remanescente de vida a médio prazo, por mais que em breve demandarão descomissionamento, implicando em abandonos permanentes.

Contudo, é possível perceber a importância do atendimento regulatório da agência ao instituir e gerenciar o sistema de integridade de poços em uma empresa deste porte, o impacto e os benefícios de sua implantação.

7. REFERÊNCIAS

Alves, André Luiz Rocha. **Disponibilidade instantânea de poços submarinos durante a fase de produção** – visão de segurança operacional. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

Bouças, Mariana Heringer. **Confiabilidade de sistemas de barreiras de segurança em poços de petróleo pelo Método de Monte Carlo**. Rio de Janeiro/RJ: PUC, 2017.

Miura, Kazuo. **Um estudo sobre a segurança operacional na construção e reparo de poços marítimos de petróleo**. Campinas/SP: UNICAMP, 2004.

Reis, Brendon Garcia; Santos, Jeam Carlos. **Gerenciamento de integridade de poços na segurança operacional**. Niterói : UFF, 2021.

Rocha, Adriano da Silva; Santos, João Paulo Lima; Junior, Eduardo Toledo de Lima. **Desenvolvimento de árvores de falha para barreiras de segurança de poços**. 9º congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Maceió/AL: 2017.

Silva, Ingrid Ezechiello da. **Qualificação de sistemas para operações de tamponamento em abandono de poços de petróleo**. – Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, 2019.

Taraoka, Larissa Yumi. **Análise comparativa das principais associações da indústria de petróleo e agências reguladoras para abandono permanente de poços**. Niterói/RJ: UFF, 2017.

NORSOK Standard D-010. **Well integrity in drilling and well operations** ,2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Caderno de boas práticas de E&P: Diretrizes para abandono de poços**. Julho de 2017.

BRASIL. **Resolução ANP nº 46/2016, de 2 de novembro de 2017. Regime de segurança operacional para integridade de poços de petróleo e gás**. Diário Oficial da União, p 51-53, 3 nov. 2017. Seção 1.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION N° 16530-1:2017 **Petroleum and natural gas industries -- Well integrity -- Part 1: Life cycle governance**, 2017.