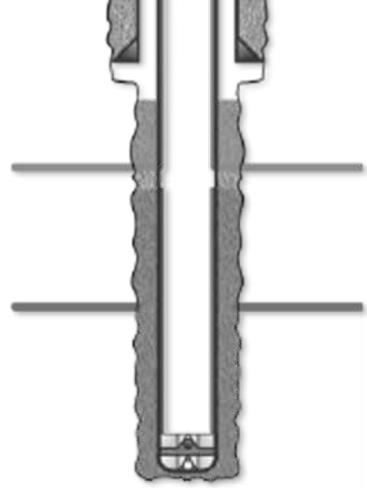
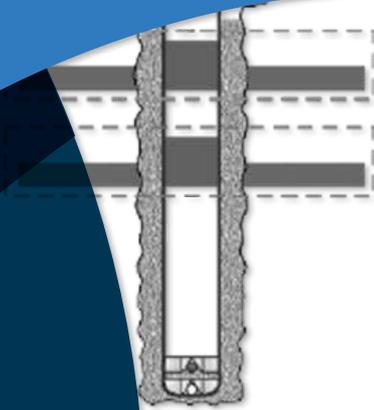
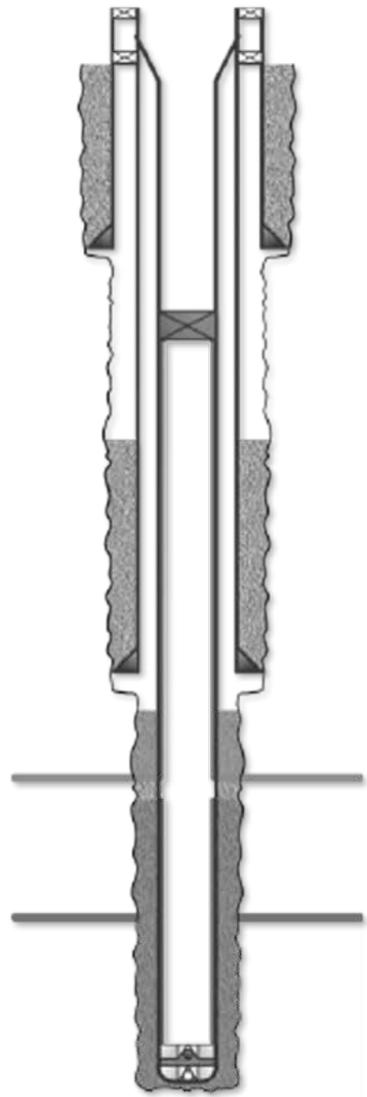
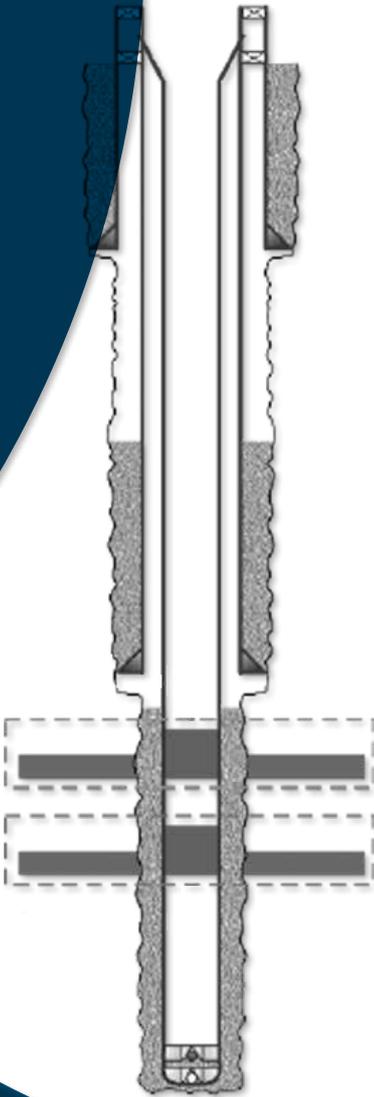
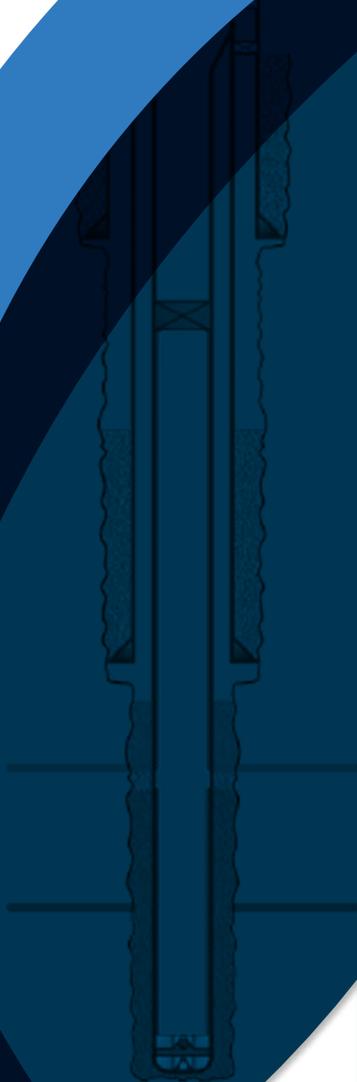
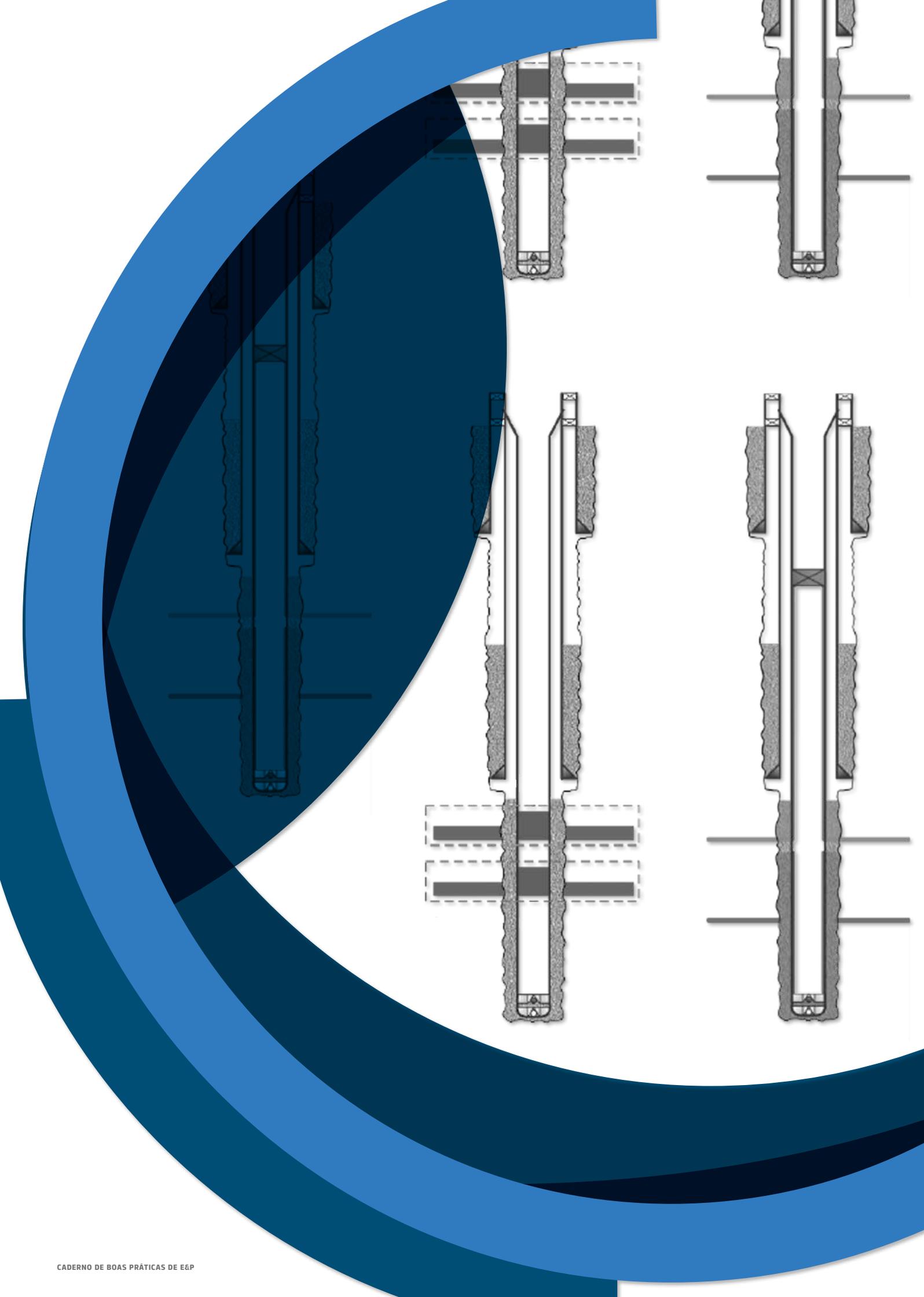


CADERNO DE BOAS PRÁTICAS DE E&P

DIRETRIZES PARA ABANDONO DE POÇOS



IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Presidente

Jorge Camargo

Secretário Geral

Milton Costa Filho

Secretário Executivo de E&P

Antonio Guimarães

Gerência Executiva de SMS e Operações

Carlos Henrique Abreu Mendes

Maria Augusta Nogueira

Comitê de Perfuração e Poços

Coordenador

José Umberto Arnaud Borges

Vice coordenador

Nathan Allan Biddle

O Grupo de Trabalho para elaboração destas diretrizes foi composto dos seguintes membros (em ordem alfabética):

Adriana Martins Hargreaves

Ana Cláudia Catão

Bernardo Gobbi

Carlos Alberto Guimarães Fanha

Eduardo Midufo Ueta

Fábio Gonçalves Torres de Almeida

Filipe Sant'Ana Bastos

Francisco Francilmar

Gabriel Rocha Camargo

Gilberto Rafainer

Gilson Campos

Guilherme Ciraud Antonio José Junior

Jorge Ricardo de Paula Siqueira

José Aina

José Umberto Arnaud Borges (**Coordenador do GT**)

Juliana de Castro Lopez.

Juliana Teixeira de Carvalho Lopardi

Juliana de Carvalho Padrão

Leonardo Rezende Malouf

Lucas Shiguemitsu Shigueoka

Mauro José Guiss Rausis

Miguel Maia

Nathan Allan Biddle

Priscila dos Santos Pena Vila

Ricardo Hermanson Canela

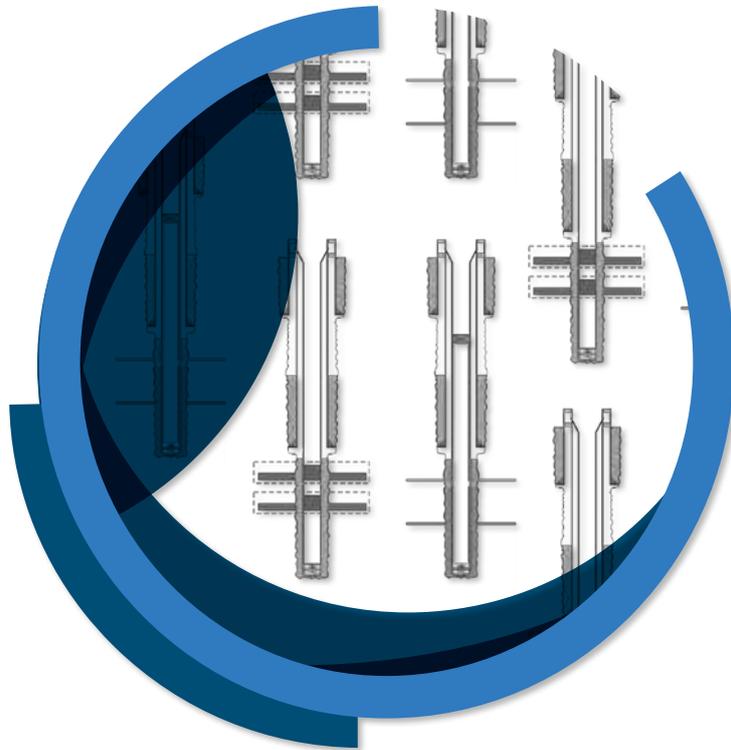
Rosane Chagas Bonelli

Shanini Moura Ribeiro

Thiago Novaes Fernandes

Thiago Monte dos Santos

CADERNO DE BOAS PRÁTICAS DE E&P DIRETRIZES PARA ABANDONO DE POÇOS



FICHA CATALOGRÁFICA

Este documento foi elaborado para auxílio ao cumprimento dos requisitos de abandono da Resolução ANP nº 46/2016 que instituiu o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) e está alinhado às melhores práticas internacionais estabelecidas em documentos como a NORSOK D-010 (Rev. 4, 2013) e a Oil & Gas UK Guidelines for the Abandonment of Wells (Issue 5, 2015).

Este documento foi aprovado em 21/07/2017

APRESENTAÇÃO

O Comitê de Poços (*Drilling & Wells Committee*) do IBP, doravante referenciado como D&W, foi criado em 2013 para discutir e tratar temas relevantes aos seus associados e à indústria, bem como temas relacionados à conformidade regulatória e requisitos ambientais, no âmbito da atividade de poços.

A partir do primeiro semestre de 2014, com o início da gestação do novo arcabouço regulatório da ANP visando ao estabelecimento do regulamento técnico para a garantia da segurança e integridade de poços ao longo de todo o seu ciclo de vida, as discussões no D&W priorizaram esta temática e foi estabelecida uma abordagem colaborativa junto à ANP para contribuições à construção do novo regulamento. Para isso, foram criados no âmbito do D&W 4 (quatro) Grupos de Trabalho (GTs) com a participação de 20 Operadoras associadas, abrangendo diferentes focos de atuação do novo regulamento. O GT1 abordou os itens relativos ao projeto e construção de poços, o GT2 discutiu itens relativos às etapas de produção, intervenção e abandono de poços, o GT3 teve enfoque nos aspectos de segurança operacional e planos de emergência, enquanto que os aspectos relativos a poços terrestres foram tratados pelo GT4. Os GTs tiveram início no segundo semestre de 2014 e foram concluídos no primeiro trimestre de 2015, e nos meses seguintes os resultados foram discutidos de forma colaborativa com a ANP, tendo sido propostas diversas sugestões à Agência para o texto final do SGIP.

A Resolução ANP nº 46/2016, que instituiu o RT SGIP (Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços), foi publicada em 03/11/2016, tendo uma leve retificação em 07/11/2016. A Resolução estabeleceu um prazo de adequação de 6 (seis) meses para os requisitos de Abandono de Poços (Prática de Gestão 10.5), enquanto

que para os demais requisitos do regulamento esse prazo ficou em 2 (dois) anos, podendo chegar a 3 (três) anos em casos específicos.

Tendo em vista o prazo de adequação mais curto para os requisitos de abandono de poços, e considerando a natureza majoritariamente não prescritiva do SGIP, foi estabelecido no D&W um GT específico para a elaboração de um documento de diretrizes e boas práticas para a construção e verificação dos conjuntos solidários de barreiras (CSBs) de forma a garantir o atendimento aos requisitos do SGIP, bem como estabelecer uma uniformização de critérios mínimos entre as Operadoras atuando no Brasil, abrangendo não apenas os cenários típicos do ambiente marítimo brasileiro (majoritariamente de águas profundas e ultra-profundas), mas também ambientes de lâmina d'água rasa e terrestres, abarcando todo o espectro de atuação pertinente.

A primeira reunião do chamado "GT de Abandono" aconteceu em setembro de 2016 e diversas reuniões semanais ou quinzenais foram realizadas ao longo de seis meses. O GT foi concluído em março de 2017, quando foi emitida a primeira minuta, que foi em seguida revisada internamente pelas Operadoras participantes para verificar eventuais pontos de melhoria.

Ao longo dos meses de abril e maio de 2017 a minuta foi discutida também com a equipe técnica da ANP/SSM para capturar a visão do órgão regulador, comentários e sugestões de ajustes no documento de diretrizes.

Após a aprovação do documento no Comitê de Poços do IBP (D&W), a primeira versão consolidada das Diretrizes foi concluída em maio de 2017. Revisões futuras deverão ocorrer em periodicidade a ser definida ou quando houver mudanças nos requisitos regulatórios.



SUMÁRIO



| | |
|----|---|
| 12 | 1 Introdução |
| 13 | 2 Documentos de referência |
| 14 | 3 Definições, siglas e abreviaturas |
| 16 | 4 Diretrizes Gerais de Abandono |
| 17 | 4.1 Projeto de Abandono |
| 18 | 5 Abandono Temporário de Poços |
| 18 | 5.1 Classificações de Abandono Temporário |
| 18 | 5.2 CSB Temporário |
| 18 | 5.3 Elementos de CSB Temporário |
| 19 | 5.4 Requisitos de CSB Temporário |
| 19 | 5.5 Cenários Típicos de Abandono Temporário |
| 26 | 6 Abandono Permanente de Poços |
| 26 | 6.1 CSB Permanente |
| 27 | 6.2 Materiais para Elementos de CSBs Permanentes |
| 27 | 6.3 Requisitos de Elementos de CSBs Permanentes |
| 27 | 6.3.1 Requisitos de Posicionamento |
| 28 | 6.3.2 Requisitos de Extensão |
| 29 | 6.3.3 Requisitos para Poço Aberto |
| 31 | 6.3.4 Requisitos para Poço Revestido |
| 33 | 6.4 Cenários Típicos de Abandono Permanente |
| 37 | 7 Situações Particulares |
| 37 | 7.1 Desvio de Poço |
| 37 | 7.2 Poços Horizontais ou de Alta Inclinação (poços > 70°) |
| 38 | 7.3 Poços Multilaterais |
| 38 | 7.4 Intervalos Rasos |
| 38 | 7.5 Hidrocarbonetos de Natureza Biogênica |
| 38 | 7.6 Formações com Fluência |
| 38 | 7.7 Corte de Revestimento |
| 39 | 7.8 Abandono <i>Through-tubing</i> |
| 39 | 7.9 Aprisionamento de Fontes Radioativas no Poço |
| 40 | 8 Verificação de Elementos de CSB |
| 40 | 8.1 Elemento de CSB no interior de poço |
| 41 | 8.2 Elemento de CSB no Anular |
| 42 | 8.3 Elemento de CSB Temporário |
| 42 | 8.4 Quadro para Verificação do Cimento como Elemento de CSB |
| 43 | 8.5 Critérios de Aceitação de Elementos de CSB |

LISTA DE FIGURAS

- 16 **Figura 1** – Exemplos de abandono com:
(a) 2 CSBs permanentes; (b) 2 CSBs temporários
- 17 **Figura 2** – Exemplos de isolamento entre zonas:
(a) abandono permanente; (b) abandono temporário
- 19 **Figura 3** – Exemplo de abandono temporário após instalação do revestimento de produção para poço surgente
- 20 **Figura 4** – Exemplo de abandono temporário de poço revestido não surgente
- 20 **Figura 5** – Exemplo de abandono temporário de poço revestido sem intervalos com potencial de fluxo
- 21 **Figura 6** – Exemplo de abandono temporário após teste de formação
- 22 **Figura 7** – Exemplo de abandono temporário após teste de formação com dois intervalos a isolar
- 22 **Figura 8** – Exemplo de abandono temporário de poço completado para 1 zona, com ANC
- 23 **Figura 9** – Exemplo de abandono temporário de poço completado para 2 zonas, com ANM
- 23 **Figura 10** – Exemplo de abandono temporário em um poço terrestre canhoneado surgente
- 24 **Figura 11** – Exemplo de abandono temporário de poço terrestre não surgente
- 24 **Figura 12** – Exemplo de abandono temporário de poço marítimo não surgente com completação molhada
- 25 **Figura 13** – Exemplo de abandono temporário de poço marítimo com elementos de CSB compartilhados
- 26 **Figura 14** – Esquema de um CSB permanente mostrando a restauração da formação selante
- 26 **Figura 15** – Exemplo de CSB permanente:
(a) em intervalo de poço aberto; (b) em intervalo de poço revestido e cimentado; (c) em intervalo com coluna de produção
- 28 **Figura 16** – Filosofia de posicionamento dos CSB permanentes
- 28 **Figura 17** – Requisito geral para o abandono permanente com dois intervalos a isolar
- 29 **Figura 18** – Comparação de extensão do tampão de cimento para CSBs separados e combinado, para poço revestido e cimentado
- 29 **Figura 19** – Exemplo de CSBs permanentes separados e combinado para isolamento de intervalo de poço aberto com potencial de fluxo
- 30 **Figura 20** – Exemplo de CSB permanente em poço aberto para isolamento entre zonas
- 30 **Figura 21** – Exemplo de CSBs permanentes em poço aberto se a pressão interna potencial do intervalo exceder a pressão de fratura da sapata do último revestimento
- 31 **Figura 22** – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço com *liner*
- 31 **Figura 23** – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço canhoneado
- 32 **Figura 24** – Exemplos de CSBs instalados quando os CSB mais rasos não possuem competência para suportar a pressão interna potencial do intervalo mais profundo
- 33 **Figura 25** – Exemplos de CSBs instalados por recimentação e corte/retirada de revestimento
- 33 **Figura 26** – Exemplo de abandono permanente de poço canhoneado
- 34 **Figura 27** – Exemplo de abandono permanente após a perfuração, com isolamento de intervalo com potencial de fluxo no poço aberto
- 34 **Figura 28** – Exemplo de abandono permanente de poço com *liner* rasgado ou com telas
- 35 **Figura 29** – Exemplo de abandono permanente de poço sem intervalos a isolar
- 35 **Figura 30** – Exemplo de abandono permanente de poço terrestre
- 36 **Figura 31** – Exemplo de abandono permanente de poço com 2 intervalos a isolar; a composição dos CSBs para o intervalo superior é obtida com a recimentação do trecho pertinente de revestimento
- 37 **Figura 32** – Exemplos de configurações de CSBs em poços desviados:
(a) com 1 CSB em comum acima do ponto de desvio; (b) com 2 CSBs independentes em cada perna
- 39 **Figura 33** – Exemplo de CSBs permanentes em poço de alta inclinação
- 39 **Figura 34** – Exemplo de abandono *through-tubing*
- 41 **Figura 35** – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto
- 41 **Figura 36** – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto

LISTA DE QUADROS | TABELAS

| | |
|----|--|
| 42 | Quadro 1 - Resumo para Verificação do Cimento como Elemento de CSB |
| 43 | Tabela 1 – Não Surgência |
| 43 | Tabela 2 – Revestimento |
| 44 | Tabela 3 – Tampão de Cimento |
| 45 | Tabela 4 – Tampão de Material Alternativo |
| 46 | Tabela 5 – Cimento em Anular |
| 47 | Tabela 6 – Material Alternativo em Anular |
| 48 | Tabela 7 – <i>Shoe Track Cimentado</i> |
| 49 | Tabela 8 – Formação Selante |
| 49 | Tabela 9 – Formação com Fluência |
| 50 | Tabela 10 – Coluna de Produção/Injeção |
| 50 | Tabela 11 – Suspensor da Coluna de Produção/Injeção |
| 51 | Tabela 12 – Tampão Mecânico da Coluna de Produção/Injeção1 |
| 51 | Tabela 13 – Componentes da Coluna de Produção/Injeção |
| 52 | Tabela 14 – <i>Liner Packer/Tie-back Packer</i> |
| 52 | Tabela 15 – <i>Packer</i> de Produção |
| 52 | Tabela 16 – Barreira Mecânica de Anular Metalo-elastomérica (BMA) |
| 53 | Tabela 17 – Válvula de Dupla Vedação (VDV) |
| 53 | Tabela 18 – Válvula de Isolamento da Formação |
| 53 | Tabela 19 – Válvula de Acesso Anular da Cabeça de Poço |
| 52 | Tabela 20 – Dispositivo de Segurança de Sub Superfície (DSSS) |
| 54 | Tabela 21 – Válvula de Segurança do Anular |
| 54 | Tabela 22 – Válvula de Retenção |
| 55 | Tabela 23 – <i>Bridge Plug</i> Permanente, <i>Bridge Plug</i> Recuperável, <i>Cement Retainer</i> e <i>Packer</i> de Abandono |
| 55 | Tabela 24 – Cabeça de Poço |
| 55 | Tabela 25 – Base Adaptadora de Produção (BAP) |
| 56 | Tabela 26 – Base Adaptadora de Completação (BAC) |
| 57 | Tabela 27 – Árvore de Natal Molhada (ANM) |
| 58 | Tabela 28 – Árvore de Natal Convencional (ANC) |
| 58 | Tabela 29 – Válvula de Isolamento de Superfície |

1. INTRODUÇÃO

As diretrizes e boas práticas contidas neste documento foram elaboradas para servir de auxílio às Operadoras associadas do IBP, na elaboração do projeto e execução do abandono de um poço de petróleo e/ou gás, seja ele permanente ou temporário.

Este documento proporciona um guia prático contendo critérios e orientações para o estabelecimento dos conjuntos solidários de barreiras para o cumprimento dos isolamentos de zonas em conformidade aos requisitos regulatórios vigentes e boas práticas da indústria.

Em especial, estas diretrizes visam a auxiliar as Operadoras a cumprir as práticas e procedimentos de abandono de poços em relação aos requisitos gerais estabelecidos no SGIP (Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços), regulamento da ANP cuja Prática de Gestão nº10, no seu item 10.5, trata dos requisitos de abandono de poços e isolamento de zonas. O SGIP é um regulamento essencialmente voltado à garantia de integridade de poços em todo o seu ciclo de vida e baseado em performance, com algumas prescrições, e em gestão de riscos operacionais, aderente ao critério de risco ALARP (As Low As Reasonably Practicable, ou "Tão Baixo Quanto Razoavelmente Exequível"). O conceito ALARP pode ser entendido como a aplicação de esforços para a redução do risco até que se esgotem as condições razoáveis disponíveis (em termos de custo, tempo, esforço ou outro emprego de recursos), de forma que o ganho a ser obtido, com sua redução adicional, não justifique o investimento no controle do risco em questão. Em outras palavras, ALARP representa o limite aceitável de risco, uma vez que as atividades operacionais na indústria do petróleo têm um risco intrínseco que não pode ser reduzido a zero.

Estas diretrizes buscam estabelecer, de uma forma simples e didática, critérios mínimos para o adequado isolamento das zonas pertinentes no abandono dos poços, uniformizando o entendimento destes critérios e orientando boas práticas disponíveis para utilização pelas Operadoras atuando no Brasil. Cabe salientar, porém, que estas orientações não têm o intuito de eliminar ou se sobrepor a eventuais critérios, padrões e normas internas de cada Operadora, que podem ser adotados de forma complementar ou prioritária aos critérios mínimos estabelecidos nestas diretrizes, desde que sejam mais ou igualmente conservadores e não incorram em riscos considerados inaceitáveis.

Entende-se que a aplicação dos princípios e orientações práticas contidos neste documento conduz a um efetivo e eficiente isolamento das zonas pertinentes e o estabelecimento de uma condição segura para o poço abandonado, prevenindo o fluxo não intencional de fluidos entre zonas e para o meio externo ao poço (superfície ou fundo do mar), garantindo a segurança das pessoas e do meio ambiente.

Embora todos os esforços tenham sido aplicados para assegurar a utilidade e abrangência destas diretrizes, nem o IBP nem qualquer das Operadoras participantes do Grupo de Trabalho do IBP assume qualquer responsabilidade legal, regulatória ou técnica pelo seu uso. Da mesma forma, não cabe nenhuma responsabilização por consequências decorrentes de ações tomadas com base nas recomendações expressas nestas diretrizes.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), Resolução 46/2016 - Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) (2016).

NORSOK D-010, Well Integrity in Drilling and Well Operations (Rev 4, 2013).

Oil & Gas UK, Guidelines for Well Abandonment (Issue 5, 2015).

Oil & Gas UK, Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Wells (Issue 2, 2015).

Oil & Gas UK, Well Life Cycle Integrity Guidelines (Issue 3, 2016).

Norwegian Oil and Gas Association, Guideline no. 117, Recommended guidelines for Well Integrity (Rev. 5, 2016).

3. DEFINIÇÕES, SIGLAS E ABREVIATURAS

Abandono Permanente: Situação de um poço na qual há o estabelecimento de Conjuntos Solidários de Barreiras permanentes e não existe interesse de reentrada futura.

Abandono Temporário: Situação de um poço na qual há o estabelecimento dos Conjuntos Solidários de Barreiras temporárias. Adicionalmente, são considerados abandonados temporariamente poços produtores ou injetores já equipados (completados) que estejam aguardando o início da produção/injeção, bem como poços já em operação que, por algum motivo, encontram-se fechados.

ALARP (As Low As Reasonably Practicable): Tão baixo quanto razoavelmente exequível. Conceito de que os esforços para a redução de risco devem ser contínuos até que o sacrifício adicional (em termos de custo, tempo, esforço ou outro emprego de recursos) seja amplamente desproporcional à redução de risco adicional alcançada.

ANC: Árvore de natal convencional.

ANM: Árvore de natal molhada.

ANMH: Árvore de natal molhada horizontal.

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

Aquífero: Intervalo permeável contendo água de qualquer natureza, passível de ser destinada ao uso público, industrial ou quando este intervalo for responsável ou potencialmente responsável pelo mecanismo de produção de um reservatório de óleo ou gás.

BAC: Base adaptadora de completação.

BAP: Base adaptadora de produção.

BMA: Barreira mecânica de anular.

BOP: *Blowout preventer.*

BPP: *Bridge plug permanente.*

BPR: *Bridge plug recuperável.*

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

CSB (Conjunto Solidário de Barreiras): É 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.

CSB Combinado: CSB com extensão suficiente para constituir os CSBs primário e secundário para um mesmo intervalo pertinente.

CSB Permanente: Conjunto cujo objetivo é impedir o fluxo não intencional atual e futuro de fluidos da formação, considerando todos os caminhos possíveis. O CSB permanente deve estar posicionado numa formação impermeável através de uma seção integral do poço, com formação competente na base do CSB. Cimento ou outro material de desempenho similar (incluindo formações plásticas selantes) devem ser usados como elementos de CSB.

CSB Primário: Primeiro CSB estabelecido para o controle do fluxo não intencional (controle primário do poço).

CSB Secundário: Segundo CSB estabelecido para o controle do fluxo não intencional (controle secundário do poço).

CSB Temporário: Conjunto de um ou mais elementos interligados para formar uma envoltória cujo objetivo é impedir por um período determinado o fluxo não intencional de fluidos da formação, considerando todos os caminhos possíveis.

DHSV: *Downhole safety valve.*

DIV: *Downhole isolation valve.*

DSSS (Dispositivo de Segurança de Subsuperfície): Equipamento de segurança instalado abaixo da superfície do terreno/leito marinho, cuja função é impedir o fluxo descontrolado de hidrocarbonetos para o ambiente externo, pela coluna de produção ou de injeção e permitir o fechamento seguro (fail safe close) em caso de dano catastrófico a equipamentos acima do solo. Os tipos de DSSS mais comuns são: DHSV (Downhole Safety Valve), TRTO (Tubing Retrievable Tubing Operating) e BRV (Back Pressure and Retainer Valve).

ECD: *Equivalent circulating density.*

ECP: *External casing packer.*

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 árvore de natal (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.

FIT: *Formation integrity test.*

Formação com Fluência: Formação que exhibe extrusão plástica para dentro do poço e veda o anular entre a formação e o revestimento.

Formação Selante: Qualquer formação competente, impermeável e sem potencial de fluxo.

HPHT: *High pressure and high temperature.*

IBP: Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis.

Intervalo com Potencial de Fluxo: Intervalo com potencial de migração, atual ou futura, de fluido entre meios que apresentam regimes de pressão e/ou fluidos de natureza distinta.

ISO: *International Organization for Standardization.*

LOT: *Leak-off test.*

Melhores Práticas: Práticas e procedimentos de referência empregados na indústria do petróleo visando à:

- a) Aplicação de técnicas e procedimentos vigentes mundialmente consagrados nas atividades de Exploração e Produção;
- b) Conservação de recursos petrolíferos, o que implica a utilização de métodos e processos adequados à maximização da recuperação de hidrocarboneto de forma técnica, econômica e ambientalmente sustentável, com a correspondente mitigação do declínio de reservas e minimização de perdas na superfície;
- c) Segurança operacional, o que impõe o emprego de métodos e processos que assegurem a segurança das operações, contribuindo para a prevenção de incidentes;
- d) Preservação do meio ambiente e respeito às populações, o que determina a adoção de tecnologias e procedimentos associados à prevenção e mitigação de danos ambientais e às pessoas.

PDG: *Pressure downhole gauge.*

Poço: Estrutura de interligação entre a superfície (terrestre ou marítima) e o reservatório de interesse, construída com intuito de conduzir fluidos de forma segura e eficiente, com capacidade de suportar os esforços e agentes agressivos atuantes ao longo da vida produtiva do Campo. Incluem-se também os poços stratigráficos nesta definição. Um poço inclui o poço original, qualquer trecho de poço desviado do original ou qualquer seção partilhada de poço.

Poço Aberto: Trecho de poço não coberto por revestimento, incluindo intervalos com telas ou tubos rasgados/furados.

Poço de Investigação: Poço que tenha o objetivo de identificar a presença de intervalos rasos sobrepresurizados, cuja perfuração é feita com água do mar sem riser de perfuração e com retorno para o leito marinho.

Poço Não Surgente: Poço com pressão de reservatório insuficiente para elevar os fluidos até a superfície ou até o assoalho marinho.

Poço Revestido: Trecho de poço coberto por revestimento.

Poço Surgente: Poço com pressão de reservatório suficiente para elevar os fluidos até a superfície ou até o assoalho marinho. Para poços conectados à sonda ou UEP, a surgência deve ser verificada para a superfície e assoalho marinho.

Pressão Interna Potencial: Máxima pressão estimada devido à migração de fluidos que possa se desenvolver abaixo dos tampões de cimento ou tampões mecânicos após o abandono permanente ou temporário do poço. Esta pressão pode ser resultante dos possíveis efeitos causados pelas técnicas de recuperação secundária e/ou terciária, isto é, injeção de água ou gás, ou decorrente da recuperação da pressão original do reservatório.

PWC: *Perforate wash and cement.*

Reservatório de Óleo ou Gás: Intervalo permeável que contenha gás ou óleo móvel com potencial de exploração.

RGO: Razão gás óleo.

ROV: Veículo operado remotamente (*Remote operated vehicle*)

SGIP: Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços.

Shoe Track Cimentado: Trecho de revestimento entre a sapata e o colar flutuante preenchido com cimento.

TOC: Topo do cimento (*Top of cement*)

UEP: Unidade estacionária de produção.

VDV: Válvula de dupla vedação.

VHIF: Válvula hidráulica de isolamento da formação.

VIF: Válvula de isolamento da formação.

4. DIRETRIZES GERAIS DE ABANDONO

O abandono de poços faz parte do escopo das atividades de construção e intervenção de poços com vistas à garantia de sua integridade, devendo a implementação dos esquemas de abandono estar aderentes aos requisitos e fundamentos estabelecidos a partir da Resolução ANP nº 46 de 03 de novembro de 2016 que instituiu o SGIP.

O abandono de poços deve estabelecer conjuntos solidários de barreiras (CSBs) de poço, de maneira a assegurar o isolamento de reservatórios portadores de óleo móvel ou de gás, aquíferos e demais intervalos com potencial de fluxo, prevenindo:

- I. A migração não intencional dos fluidos entre as formações permeáveis, quer pelo interior do poço, quer pelo(s) seus espaço(s) anular(es); e
- II. A migração de fluidos até a superfície do terreno ou o leito marinho.

O abandono de poços envolve as atividades de:

- a) Abandono temporário de poço, caracterizado por uma série de operações conduzidas em um poço com o intuito de assegurar o isolamento dos intervalos pertinentes, envolvendo a perspectiva de retorno futuro às atividades ao poço;
- b) Abandono permanente de poço caracterizado por uma série de operações conduzidas em um poço com o intuito de assegurar o isolamento permanente dos intervalos pertinentes, onde não há interesse de reentrada.

Visando à segurança operacional e das pessoas, à proteção ao meio ambiente e ao atendimento às exigências legais, cabe à Operadora do poço projetar e instalar os elementos de CSB no poço para o isolamento dos intervalos com reservatórios, aquíferos ou que apresentem potencial de fluxo, atual ou futuro.

Para o abandono de poços devem ser estabelecidos:

- a) No mínimo 2 (dois) CSBs, sejam separados ou combinados, para impedir o fluxo não intencional de fluidos para o meio externo; e
- b) No mínimo 1 (um) CSB para impedir o fluxo entre zonas distintas não conectadas naturalmente e que o fluxo entre elas seja inaceitável.

Os CSBs devem ser instalados e verificados em aderência com seus procedimentos e critérios de aceitação, bem como alinhados às melhores práticas.

Para cada poço abandonado, deve ser preparado um esquemático indicando os CSBs pertinentes e os elementos que o compõem. Exemplos de CSBs para abandono permanente e temporário podem ser vistos na **Figura 1**.

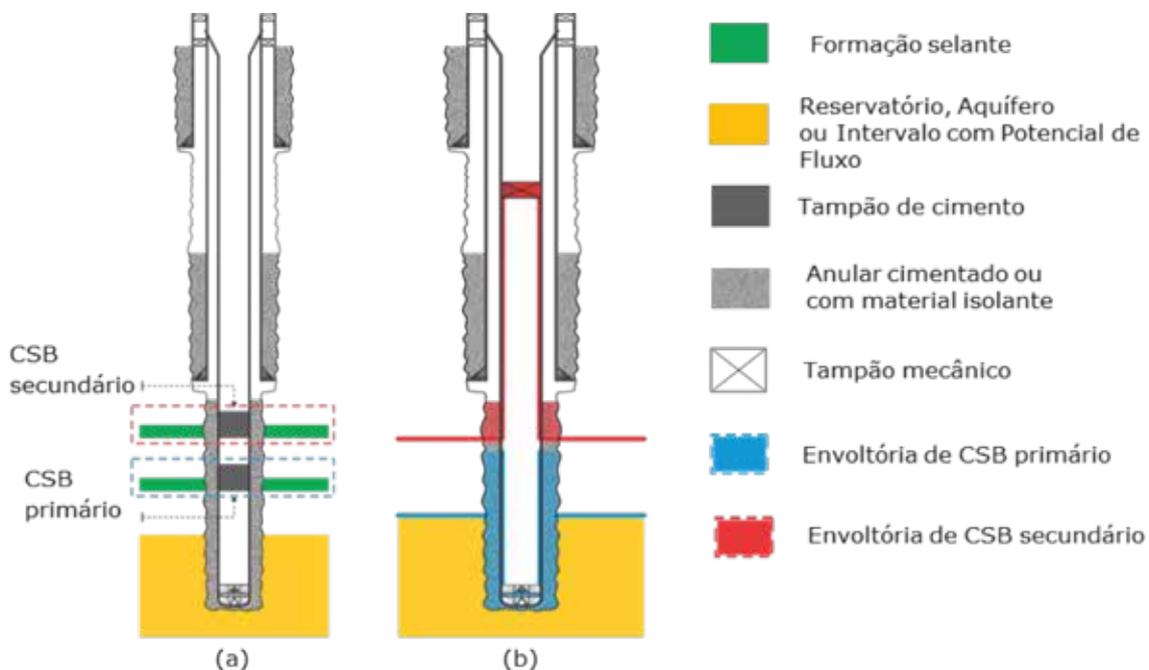


Figura 1 – Exemplos de abandono com: (a) 2 CSBs permanentes; (b) 2 CSBs temporários

Os intervalos com potencial de fluxo conectados pela perfuração do poço devem ser isolados estabelecendo 1 (um) CSB para impedir o fluxo inaceitável de fluidos entre intervalos não conectados naturalmente, seja em poço aberto ou poço revestido. Exemplos de isolamento entre zonas podem ser vistos na **Figura 2**.

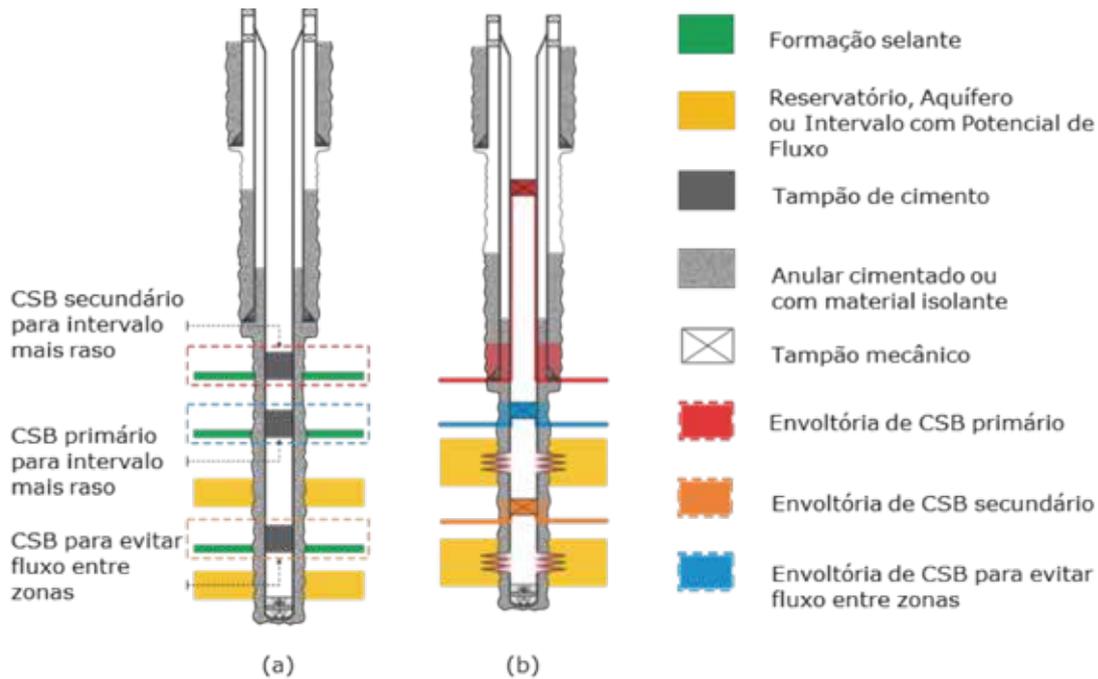


Figura 2 – Exemplos de isolamento entre zonas: (a) abandono permanente; (b) abandono temporário

As zonas distintas com potencial de fluxo não necessitam ser isoladas entre si quando já são conectadas naturalmente e não apenas pela perfuração do poço.

4.1 PROJETO DE ABANDONO

O projeto de abandono deve ser elaborado com o intuito de se compor CSBs permanentes ou temporários de modo a propiciar o isolamento de intervalos. Para facilitar a identificação dos CSBs no projeto de abandono, deve ser dado destaque, no esquemático do poço, às linhas envoltórias que interligam os elementos e compõem os CSBs, assim como devem ser definidos os métodos de verificação dos elementos dos CSBs durante o abandono do poço.

Devem ser consideradas as seguintes informações para elaboração do projeto de abandono:

- a) Configuração do poço incluindo profundidades e especificações de intervalos pertinentes, revestimentos, condições do cimento atrás do revestimento, trechos de poço aberto e desvios de poço realizados;
- b) Sequência estratigráfica de cada poço mostrando intervalos com potencial de fluxo e informações sobre os tipos de fluidos e pressões dos reservatórios para todo período de abandono;
- c) Perfis, dados e informações das operações de cimentação primária;
- d) A identificação de formações selantes com propriedades adequadas a constituir elemento de CSB pelo caminho formação (competência, impermeabilidade);
- e) Condições específicas do poço tais como presença de incrustações, colapso de revestimento, presença de H₂S, presença de CO₂, presença de hidratos ou outras situações especiais.

As mudanças relacionadas ao projeto de abandono que podem ocorrer durante o seu ciclo de vida devem ser consideradas em sua revisão como parte integrante do gerenciamento do projeto e do processo de gestão de mudanças. Os impactos potenciais das mudanças de configuração devem ser considerados na avaliação da criticidade do projeto de abandono futuro, por meio, por exemplo, de uma análise de riscos.

O projeto do abandono temporário tem por característica a composição de CSBs ao longo da extensão do poço por meio da interligação dos elementos CSB e normalmente envolve a instalação de elementos mecânicos no poço para esse fim. Os anulares de revestimentos cimentados verificados que cubram intervalos impedem a migração de fluidos pelo anular e as tubulações metálicas verificadas por pressurização impedem a comunicação entre o interior do poço e seus anulares, assegurando a não comunicação para os níveis de pressão máxima estimada no poço para o período de abandono. Em algumas situações pode envolver a instalação de tampões de cimento ou de materiais alternativos como elemento de interligação.

O projeto do abandono permanente tem por característica a composição de CSBs num dado trecho do poço restaurando o isolamento natural existente promovido pela formação selante antes da perfuração do poço. Este isolamento é obtido por meio da interligação física dos elementos de CSB desde o interior da tubulação de menor diâmetro presente no trecho selecionado até a formação selante e, normalmente, envolve a presença de pastas de cimento ou de materiais alternativos endurecidos como elementos de CSB presentes em todos os anulares de revestimento no poço. O anular cimentado pode ser substituído por uma formação plástica com potencial de fluência que seja verificada como elemento de CSB.

5. ABANDONO TEMPORÁRIO DE POÇOS

Durante as etapas do ciclo de vida de um poço o mesmo pode ser colocado em situação de abandono temporário por várias razões, incluindo motivações técnicas, operacionais e de segurança.

No abandono temporário de poços deverão ser levados em consideração os esforços que serão impostos aos elementos de CSB durante o período previsto para o abandono, de forma a permitir o retorno seguro para a continuidade futura das atividades no poço.

Dependendo das condições específicas, é recomendado que a Operadora considere alguma forma de proteção da cabeça do poço, o que propiciará sua proteção para futura reentrada.

Poços na condição de abandono temporário devem ter um programa de inspeção visual periódica no entorno do poço. Estão excluídos deste requisito os poços cuja composição de CSBs atenda aos requisitos de abandono permanente.

Em algumas situações, pode ser necessária a interrupção das operações em um poço, na etapa de construção ou intervenção, e que não se caracteriza como um abandono temporário. São exemplos destas situações:

- a) **Desconexão Emergencial:** resultante do desacoplamento não programado da sonda do poço, onde haja programação de retorno de finida. São exemplos de desconexão emergencial: blackout, desconexão do LMRP por perda de posição da embarcação, dentre outros;
- b) **Desconexão Operacional:** desacoplamento programado quando um ou mais equipamentos (BOP, BAP, ANM, ANC, etc.) são desconectados do poço, mas há previsão de continuidade operacional (reconexão) sem a saída de sonda da locação. Para estas situações, também são necessários 2 (dois) CSBs com elementos e critérios de aceitação específicos e, em muitos casos, diferentes dos mencionados nesse documento. São exemplos de desconexão operacional: retirada de BOP para instalação de BAP ou ANMH e subsequente recolocação de BOP, retirada de BOP para instalação subsequente de árvore de natal, retirada de árvore de natal para instalação subsequente de BOP, substituição de cabeça de produção, retirada de BOP para substituição/retirada de BAP ou ANMH, dentre outros.

Poços com as operações interrompidas e que se enquadrem nos casos acima não devem ser deixados nesta situação indefinidamente e sem planos para sua reutilização ou abandono.

A retirada de BOP para reparo durante operações de construção e intervenção em poços não se enquadra nas situações acima e deve ser considerada como abandono temporário.

5.1 CLASSIFICAÇÕES DE ABANDONO TEMPORÁRIO

Os abandonos temporários podem ser classificados em: monitorado e não monitorado.

- a) **Abandono Temporário Monitorado:** Esta condição se aplica a poços abandonados temporariamente e que são periodicamente monitorados e/ou verificados. Não há limite de duração para esta condição de abandono;
- b) **Abandono Temporário Não Monitorado:** Esta condição se aplica a poços abandonados temporariamente e que não são periodicamente monitorados e verificados. Um poço na condição de abandono temporário não monitorado não deve permanecer nesta condição por um período de tempo superior a 3 anos. Na incerteza quanto à duração do abandono temporário não monitorado ou quanto à expectativa de reentrada futura no poço, é recomendável realizar o abandono seguindo as diretrizes de abandono permanente.

5.2 CSB TEMPORÁRIO

O CSB temporário é um envelope de um ou mais elementos de CSB que previne o fluxo não intencional de fluidos de uma formação com potencial de fluxo para dentro do poço, para outras formações com potencial de fluxo ou para o meio externo. Os elementos que compõem o CSB temporário não necessitam estar localizados em uma mesma profundidade.

5.3 ELEMENTOS DE CSB TEMPORÁRIO

Um elemento de CSB temporário deve prover isolamento em pelo menos um sentido de fluxo de forma que possa, em conjunto com outro(s) elemento(s), constituir um CSB. São exemplos de elementos de CSB temporário:

- Revestimento ou *liner*;
- Coluna de produção;
- Tampão mecânico de interior de coluna ou revestimento (plugues mecânicos, BPP, BPR, válvulas de subsuperfície, entre outros);
- Equipamentos instalados para prover vedação na cabeça de poço (ANM, ANC, BAP, entre outros);
- Barreira sólida mecânica de anular de coluna ou revestimento (*liner packer*, ECP, *packer* expansível, *packer* inchável, *packer* de produção, BMA, elemento de vedação da cabeça de poço, entre outros);
- Todos os elementos de CSB permanente (tampões de cimento, revestimentos cimentados, entre outros).

Os elementos de CSB permanente que compõem um CSB temporário devem atender os requisitos de extensão descritos no item 6.3.2.

Para poços com completação seca e comprovadamente não surgentes para a superfície durante todo o período do abandono temporário, a não surgência do fluido da formação pode ser considerada como um elemento de CSB temporário.

Para poços com completação submarina e comprovadamente não surgentes para o leito marinho e, quando aplicável, para a superfície, durante todo o período do abandono temporário, a não surgência do fluido da formação pode ser considerada como um elemento de CSB temporário.

5.4 REQUISITOS DE CSB TEMPORÁRIO

A Operadora deve avaliar e definir o tipo e adequabilidade de qualquer elemento de CSB temporário que será instalado no abandono temporário. Estes elementos devem ser projetados, selecionados e adequados levando em conta os seguintes aspectos:

- A duração prevista do abandono temporário;
- O ambiente presente em subsuperfície;
- As formações atravessadas pelo poço;
- Os fluidos contidos nas formações com potencial de fluxo que deverão ser isoladas;
- A máxima pressão diferencial imposta considerando eventual migração dos fluidos, depleção e injeção nos reservatórios;
- As temperaturas esperadas durante o período do abandono temporário;
- A possibilidade de verificação da posição/localização do elemento e de sua integridade quando o monitoramento for possível;
- Qualquer condição específica para a reentrada futura no poço.

Qualquer CSB temporário que possa ser subsequentemente utilizado como um CSB permanente, isto é, quando o poço não tiver mais interesse em ser aproveitado, deve obedecer aos requisitos das diretrizes de abandono permanente.

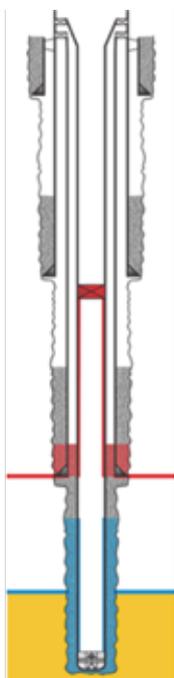
É necessário o posicionamento de um tampão de cimento ou elemento mecânico no interior do último revestimento cimentado, caso não seja previsto nenhum CSB para isolamento do poço aberto para a superfície/leito marinho. Um tampão de cimento ou elemento mecânico também deve ser instalado acima do topo do *liner* mais raso quando não houver isolamento no *overlap* como, por exemplo, *liner packer*. Estes elementos não compõem CSB, mas servirão para isolar qualquer formação exposta para o interior do poço e deverão ser verificados com pressão ou aplicação de peso.

5.5 CENÁRIOS TÍPICOS DE ABANDONO TEMPORÁRIO

Existe uma variedade de situações em que um poço pode ser abandonado temporariamente. Em condições normais, o abandono temporário ocorre após a conclusão da perfuração, de um teste de formação, da completação e/ou de um *workover*.

Para fins ilustrativos, são mostrados a seguir exemplos de composição de CSBs para abandono temporário em diversas situações. Os quadros ao lado do diagrama de CSBs identificam os elementos de cada CSB e fazem referência à sua correspondente tabela de critérios de aceitação (ver item 8.5).

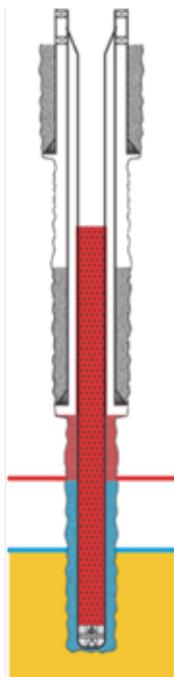
Em muitos casos os poços são abandonados temporariamente após a instalação do revestimento ou do *liner* de produção. Na **Figura 3** está representado um exemplo de abandono temporário de poço surgente nesta situação.



| Elementos de CSB | Tabela do Item 8.5 |
|--------------------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Shoe Track Cimentado | 7 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Tampão de Cimento ou Tampão Mecânico | 3 ou 23 |

Figura 3 – Exemplo de abandono temporário após instalação do revestimento de produção para poço surgente

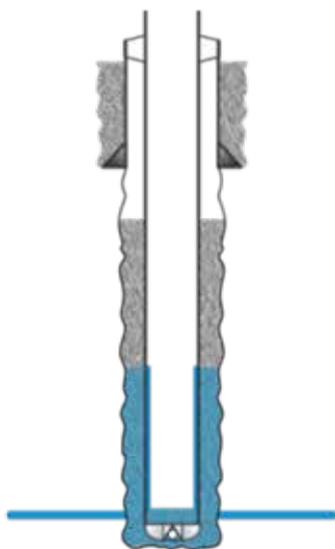
Na **Figura 4** está representado um exemplo de abandono temporário de poço não surgente após a instalação do revestimento ou do *liner* de produção.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 7 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Shoe Track Cimentado | 7 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 7 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Não Surgência | 1 |

Figura 4 – Exemplo de abandono temporário de poço revestido não surgente

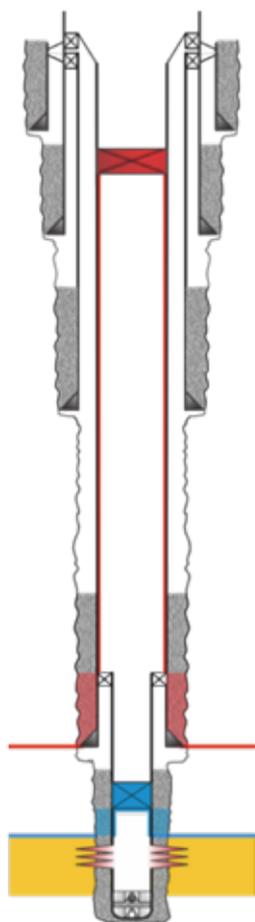
Na operação de perfuração das primeiras fases do poço em que não forem evidenciadas formações com potencial de fluxo, portadoras de hidrocarboneto ou aquífero, é possível realizar abandono temporário com apenas 1 (um) CSB, conforme ilustrado na **Figura 5**. Um exemplo desta situação é o abandono temporário após top hole drilling (em poços marítimos, corresponde à perfuração das fases sem BOP).



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Shoe Track Cimentado | 7 |

Figura 5 – Exemplo de abandono temporário de poço revestido sem intervalos com potencial de fluxo

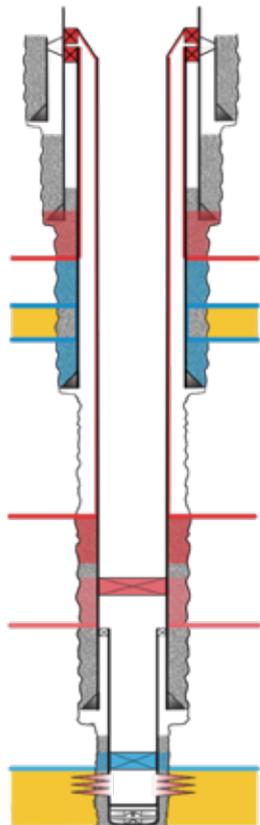
Na **Figura 6** está exemplificada uma configuração de abandono temporário após a realização de um teste de formação.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|--------------------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento ou Tampão Mecânico | 3 ou 23 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Tampão de Cimento ou Tampão Mecânico | 3 ou 23 |

Figura 6 – Exemplo de abandono temporário após teste de formação

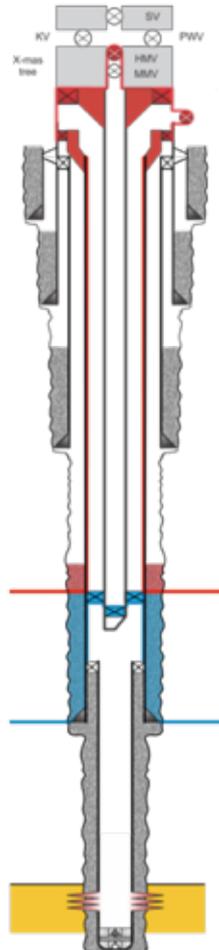
Na **Figura 7** está exemplificada uma configuração de abandono temporário após a realização de um teste de formação na qual há um intervalo mais raso isolado por 2 CSBs temporários.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|---|--------------------|
| CSB Primário Intervalo mais profundo | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento ou Tampão Mecânico | 3 ou 23 |
| CSB Secundário intervalo mais profundo | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento ou Tampão Mecânico | 3 ou 23 |
| CSB Primário intervalo mais raso | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Formação Selante | 8 |
| CSB Secundário intervalo mais raso | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Cabeça de Poço | 24 |
| Revestimento | 2 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Formação Selante | 8 |

Figura 7 – Exemplo de abandono temporário após teste de formação com dois intervalos a isolar

A situação de abandono temporário de um poço completado e com árvore de natal convencional instalada está ilustrada na **Figura 8**.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|--|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado (até o packer de produção) | 2, 5 |
| Packer de Produção | 15 |
| Coluna de Produção (do packer até o tampão mecânico) | 10 |
| Tampão Mecânico na subsuperfície na coluna de produção | 12 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Cabeça de Poço | 24 |
| Suspensor da Coluna de Produção | 11 |
| Árvore de Natal Convencional | 28 |

Figura 8 – Exemplo de abandono temporário de poço completado para 1 zona, com ANC

A **Figura 9** apresenta uma configuração de abandono temporário de poço completado para 2 zonas e árvore de natal molhada instalada. Neste exemplo é mostrado também um CSB para isolamento entre zonas.

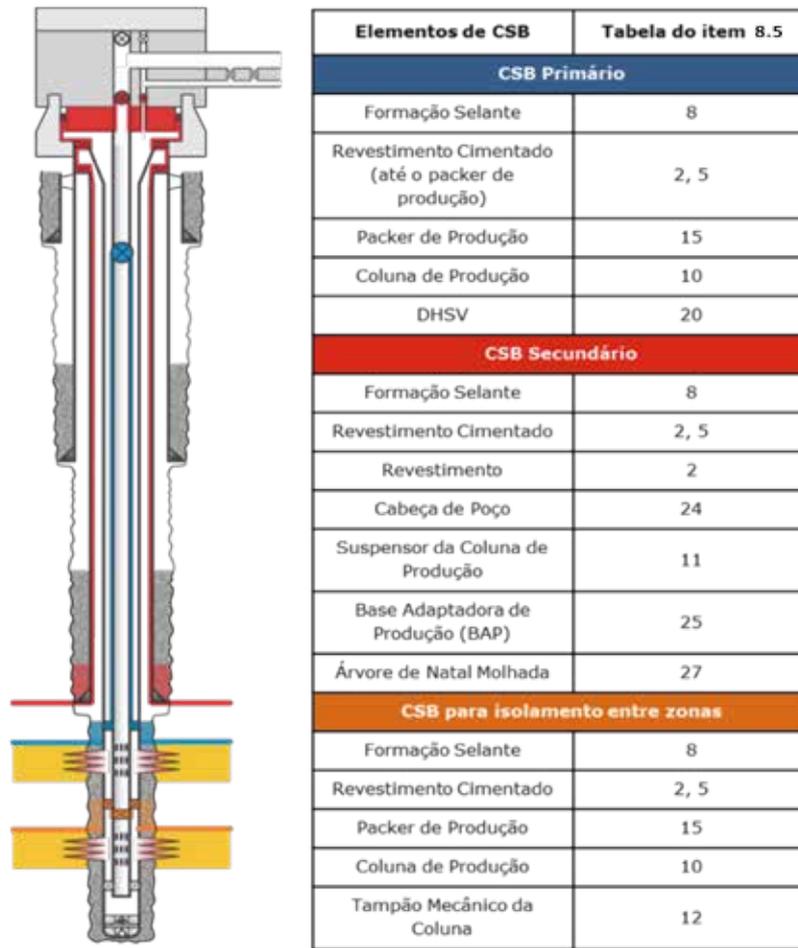


Figura 9 – Exemplo de abandono temporário de poço completado para 2 zonas, com ANM

Na **Figura 10** é mostrado um exemplo de composição de CSBs em um poço terrestre canhoneado surgente na condição de abandono temporário.

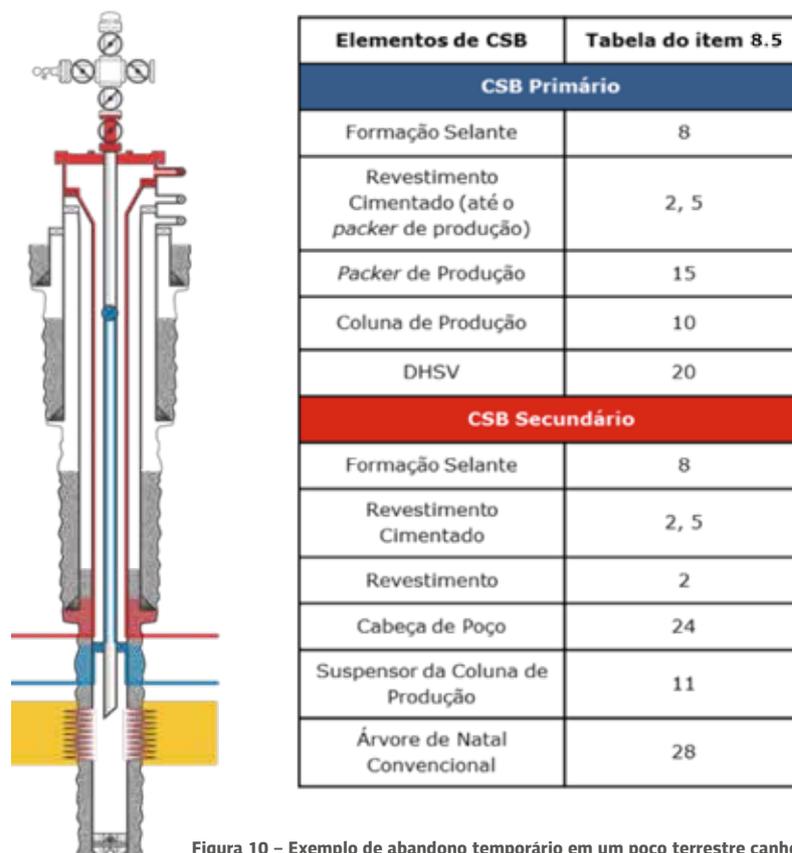
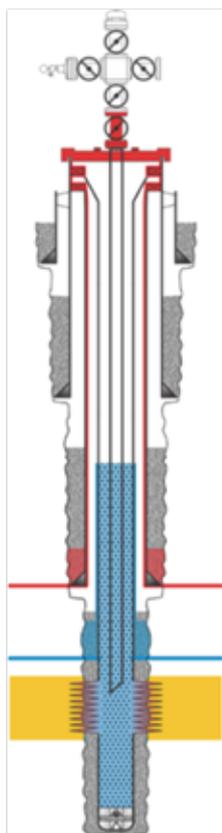


Figura 10 – Exemplo de abandono temporário em um poço terrestre canhoneado surgente

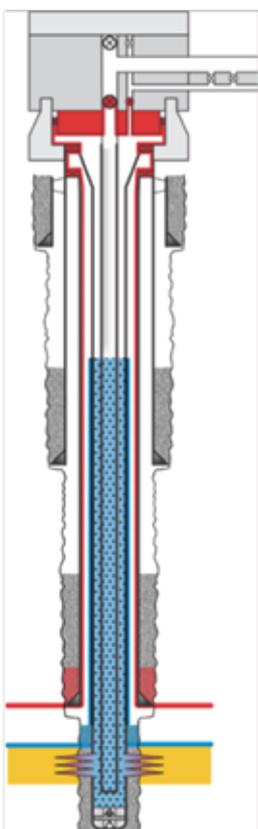
A **Figura 11** ilustra um exemplo de configuração de CSBs de abandono temporário de poço terrestre não surgente. Neste exemplo, o fluido no interior do poço é um elemento de CSB.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|---------------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Não Surgência | 1 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Cabeça de Poço | 24 |
| Suspensor da Coluna de Produção | 11 |
| Árvore de Natal Convencional | 28 |

Figura 11 – Exemplo de abandono temporário de poço terrestre não surgente

A **Figura 12** exemplifica os CSBs em um abandono temporário de poço marítimo não surgente com completação molhada. Da mesma forma que no exemplo anterior, o fluido constitui um elemento de CSB.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|-----------------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Não Surgência | 1 |
| CSB Secundário | |
| Formação Selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Revestimento | 2 |
| Cabeça de Poço | 24 |
| Base Adaptadora de Produção (BAP) | 25 |
| Suspensor da Coluna de Produção | 11 |
| Árvore de Natal Molhada | 27 |

Figura 12 – Exemplo de abandono temporário de poço marítimo não surgente com completação molhada

Em situações excepcionais, pode ser necessário abandonar temporariamente um poço com compartilhamento de elementos de CSB, mediante uma análise de risco específica. A **Figura 13** ilustra um exemplo de poço marítimo produtor surgente com compartilhamento de elementos de CSB temporário, devido por exemplo à falha da DHSV.

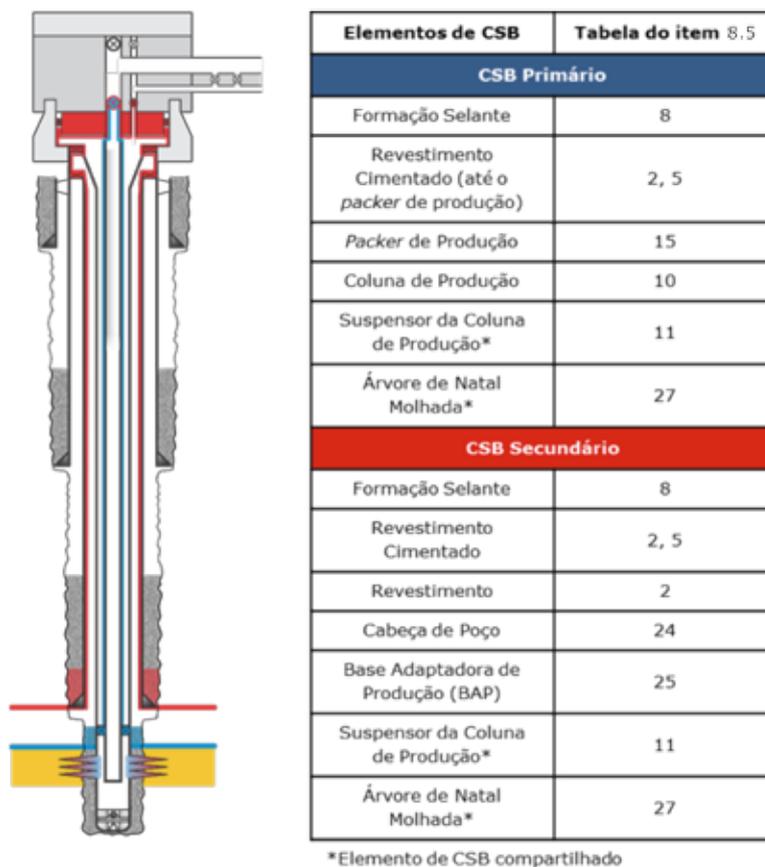


Figura 13 – Exemplo de abandono temporário de poço marítimo com elementos de CSB compartilhados

6. ABANDONO PERMANENTE DE POÇOS

Os poços devem ser projetados, construídos e mantidos de modo que possam ser abandonados permanentemente.

Devem ser constituídos CSBs permanentes para isolamento de todos os intervalos pertinentes no abandono permanente de poços. Na constituição de CSB permanente, os elementos de CSB devem ser posicionados para se prover o isolamento e interligação destes elementos numa mesma profundidade. Estes elementos devem ser constituídos por materiais tamponantes consolidados que não deterioram com o tempo (cimento é o mais usual) e/ou formações com fluência que apresentem capacidade de vedação do espaço anular.

No abandono permanente de poços terrestres ou arrasamento de poços marítimos nos quais haja a remoção da cabeça do poço, corte de revestimentos e condutor, são necessárias operações adicionais conforme descrito abaixo:

- Para poços terrestres, deverá ser posicionado um tampão de superfície de no mínimo 60 m, com seu topo posicionado na base do antepoço e sem a necessidade de verificação. Além disso, deverão ser cortados os revestimentos e o condutor ao nível da base do antepoço;
- Para poços marítimos, deverá ser posicionado um tampão de superfície de no mínimo 60m, acima do ponto de corte e sem a necessidade de verificação.

6.1 CSB PERMANENTE

O CSB permanente tem por filosofia a restauração da vedação original provida pelas formações selantes, conforme mostrado na **Figura 14**. Nesta figura são apresentados os principais elementos de CSB permanente.

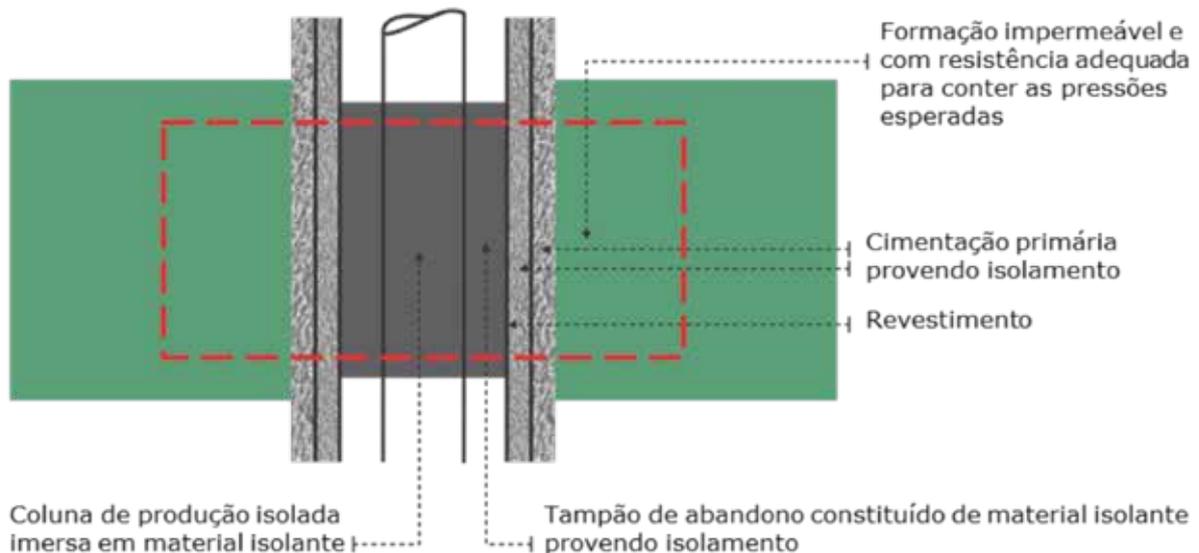


Figura 14 – Esquema de um CSB permanente mostrando a restauração da formação selante

Para se atingir maior confiabilidade na instalação do CSB permanente devem ser consideradas as melhores práticas de tamponamento relacionadas a aspectos tais como: extensão de tampão suficiente para compensar os efeitos de contaminação durante o posicionamento do tampão de cimento, definição da base do tampão em função da constatação de formação competente, impermeável e sem potencial de fluxo e da qualidade da cimentação primária do anular cimentado no respectivo trecho, grau de centralização da tubulação cimentada no trecho do CSB, limpeza e preparação das superfícies de contato do trecho selecionado para assegurar a molhabilidade à água de modo a melhorar a aderência da pasta, adequação da pasta e seus aditivos ao ambiente no poço (presença de CO₂, H₂S, pressão, temperatura, etc).

Na base do CSB permanente deve haver uma formação competente, impermeável e sem potencial de fluxo que evite a migração de fluidos no caminho formação. Deve ser assegurado que os anulares cimentados de tubulações metálicas e o tampão de cimento posicionado na tubulação de menor diâmetro ou no poço aberto atuem para evitar o fluxo no interior do poço, conforme **Figura 15**. A pasta de cimento ou de outro material de desempenho similar utilizada no tamponamento do poço, quando endurecida, atua como elemento de CSB.

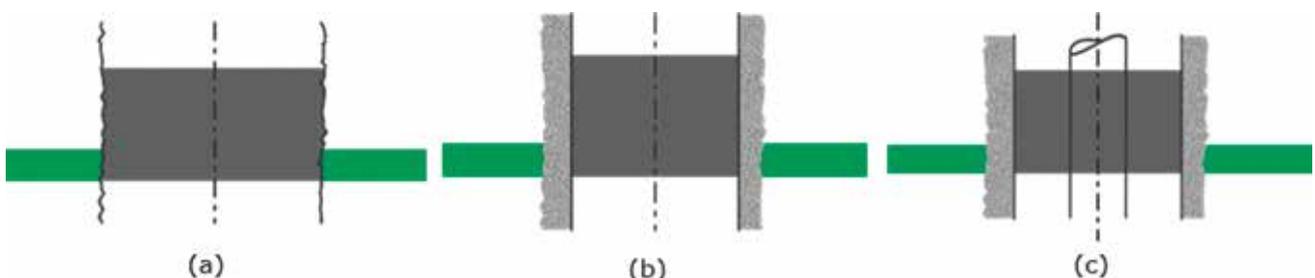


Figura 15 – Exemplo de CSB permanente: (a) em intervalo de poço aberto; (b) em intervalo de poço revestido e cimentado; (c) em intervalo com coluna de produção

A pasta de cimento endurecida presente no anular de revestimento cimentado não é considerada como um elemento de CSB permanente adequado para evitar o fluxo radial de fluidos da formação para o interior do poço e do interior do poço para a formação. Isto é decorrente da possibilidade de existência de vazamento no corpo do tubo ou conexão associado com um preenchimento incompleto localizado da pasta de cimento no anular. Todavia, ela pode ser considerada um elemento de CSB permanente adequado ao fluxo pelo anular, contanto que haja verificação da extensão e da qualidade da cimentação no anular.

Os cabos e linhas de controle/injeção química devem ser removidos nos trechos onde forem posicionados os elementos dos CSBs permanentes, pois eles podem introduzir um caminho potencial para vazamentos. Como regra geral, qualquer equipamento de subsuperfície que possa causar perda da integridade do CSB permanente deve ser removido. Como exemplo, os elastômeros utilizados como componentes selantes em alguns elementos de CSBs não são aceitos como elementos de CSBs permanentes.

6.2 MATERIAIS PARA ELEMENTOS DE CSBS PERMANENTES

Os materiais tamponantes utilizados na composição dos elementos dos CSBs devem apresentar, numa perspectiva atual e futura, as seguintes características:

- Ser impermeável a fluidos para prevenir fluxo não intencional através do CSB;
- Fornecer vedação na interface para prevenir o fluxo de fluidos ao redor do elemento de CSB. O material deve prover a vedação ao longo das interfaces com materiais adjacentes tais como a tubulação metálica e a formação. Devem ser considerados os riscos de contração volumétrica durante a cura e a perda de aderência, caso pertinente;
- Permanecer na posição e profundidade desejada no poço;
- Manter a integridade a longo prazo, não deteriorando suas propriedades ao longo do tempo após sua exposição às condições do ambiente do poço. Isto incluirá as pressões de fundo, a temperatura e o ambiente químico que possa existir;
- Ser resistente aos fluidos das formações (por exemplo, CO₂, H₂S, hidrocarbonetos, salmouras) nas condições de fundo de poço previstas de temperatura e pressão;
- Apresentar propriedade mecânica adequada para suportar os esforços mecânicos e mudanças no regime de temperatura e pressão, incluindo-se as mudanças operacionais durante o ciclo de vida completo do poço previsto em projeto.

O cimento Portland e suas misturas secas cimentantes são os materiais comumente aplicados que constituem um dos elementos dos CSBs permanentes.

Caso o cimento seja o material base para prover os elementos dos CSBs permanentes é necessário:

- Emitir e implementar procedimentos operacionais para deslocamento dos tampões de cimento, posicionamento de cimento nos anulares e recimentação dos anulares;
- Estabelecer variáveis de processo para verificar a eficácia do posicionamento e deslocamento das pastas de cimento;
- Formular uma pasta de cimento adequada ao seu uso;
- Avaliar a necessidade de utilizar plugues mecânicos ou tampões viscosos previamente ao deslocamento de tampões de cimento como medidas de controle para o seu correto posicionamento;
- Contemplar medidas de controle e mitigadoras a serem adotadas para o deslocamento de tampões de cimento e de pasta de cimento nos anulares em formações portadoras de gás, ou com alta RGO, poços HPHT, CO₂, H₂S, entre outros, de forma que os riscos estejam ALARP.

É importante ressaltar que os elementos de CSB permanente são trechos do tampão de cimento/material alternativo ou do anular cimentado/material alternativo que atendem os critérios de aceitação descritos no capítulo 5.

6.3 REQUISITOS DE ELEMENTOS DE CSBS PERMANENTES

6.3.1 REQUISITOS DE POSICIONAMENTO

Os elementos de CSB permanente deverão ter suas bases coincidentes e posicionados na profundidade planejada para constituir um CSB. Além disso, todos os elementos do CSB permanente devem ter sua capacidade de isolamento hidráulico verificada.

O CSB primário deve ser posicionado acima do intervalo com potencial de fluxo a isolar e frente a uma formação selante. Se o trecho do tampão de cimento que irá compor CSB permanente for posicionado no interior de revestimento/*liner*, os anulares presentes na mesma profundidade coberta pelo tampão devem conter cimento como material isolante. Nas situações em que a base do tampão de cimento esteja significativamente acima do intervalo com potencial de influxo (por exemplo, instalado acima do topo do *packer* de produção), deve ser verificado se a pressão de fratura das formações até a base do elemento de CSB é superior à máxima pressão interna potencial, de forma que a formação selante possa atuar como elemento de CSB.

O CSB secundário também deve ser posicionado frente a uma formação selante. Ele serve de backup para o CSB primário e as mesmas considerações do CSB primário se aplicam com relação ao seu posicionamento. O CSB secundário de um intervalo com potencial de fluxo pode ser o CSB primário para outro intervalo mais raso com potencial de fluxo.

A **Figura 16** ilustra a filosofia de posicionamento dos CSBs que considera a pressão de poros do poço, a integridade da formação e a pressão interna potencial. Nesta figura está indicada a profundidade mais rasa possível da base do CSB secundário de cada intervalo a isolar.

Também é ilustrado que a integridade das formações selantes mais rasas (acima do intervalo B) não suporta a pressão interna potencial do intervalo mais profundo (intervalo A). Os dois CSBs mais profundos isolam esse intervalo para a superfície, enquanto os outros dois são referentes apenas ao intervalo mais raso (intervalo B).

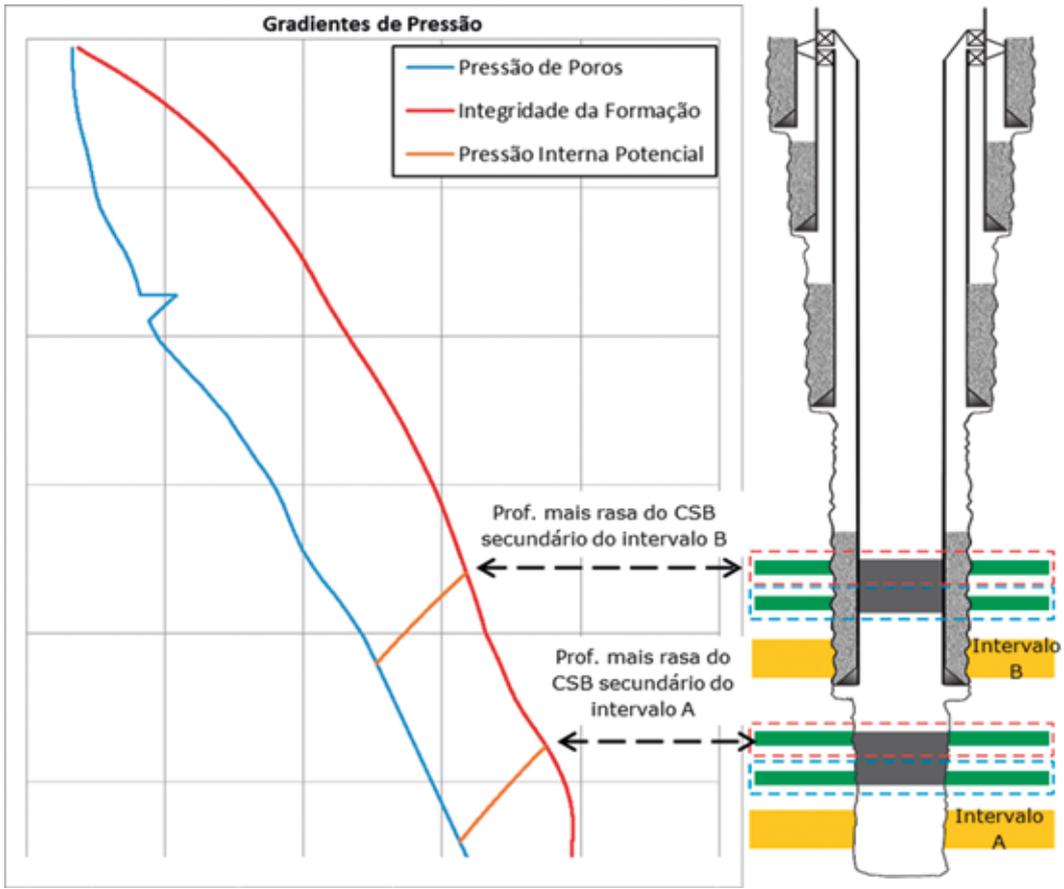


Figura 16 – Filosofia de posicionamento dos CSB permanentes

A Figura 17 exemplifica uma situação com dois intervalos com potencial de fluxo que devem ser isolados entre si e para a superfície.

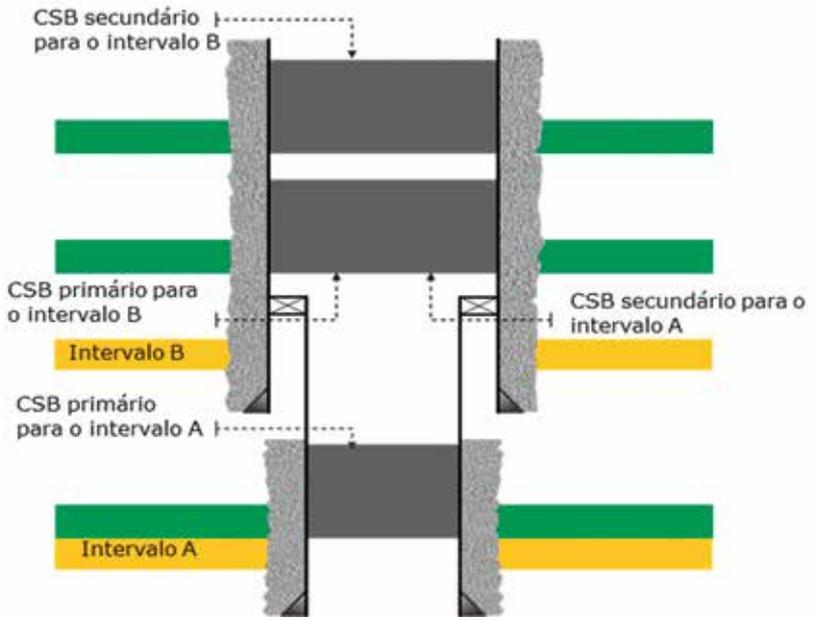


Figura 17 – Requisito geral para o abandono permanente com dois intervalos a isolar

6.3.2 REQUISITOS DE EXTENSÃO

Para se obter uma maior confiabilidade do elemento de CSB permanente, a extensão planejada das operações com cimento (tampões e anulares cimentados) deve ser maior do que a extensão mínima requerida para um elemento de CSB.

Para se compor um CSB permanente no interior do poço para isolamento de um dado intervalo, deve-se posicionar um tampão de cimento de, no mínimo, 30m cobrindo uma formação selante mais rasa do que o intervalo a ser isolado.

Os CSBs permanentes primário e secundário podem ser estabelecidos no interior do poço como 1 (um) CSB combinado fazendo a função de 2 (dois) CSBs separados. Para isso, deve ser posicionado um tampão de cimento de, no mínimo, 60m cobrindo uma formação selante mais rasa do que o intervalo a ser isolado.

Para se compor um CSB permanente em poço revestido para isolamento de um intervalo, deve ser posicionado um tampão de cimento no interior de uma tubulação com todos os anulares existentes cimentados e verificados ou envoltos por formação com fluência verificada e ainda coincidindo em profundidade com uma formação selante localizada numa profundidade mais rasa do que o intervalo a ser isolado. Os anulares de revestimento/*liner* cimentados que forem perfilados devem ter extensão anular mínima cimentada de 30m para serem considerados elementos de CSB. Quando a verificação da cimentação do anular de revestimento/*liner* for inferida pelos parâmetros e resultados da operação de cimentação, a extensão anular mínima cimentada deverá ser de 60m.

Os CSBs permanentes primário e secundário para isolamento de poço revestido podem ser estabelecidos como 1 (um) CSB combinado fazendo a função de 2 (dois) CSBs separados. Os anulares de revestimento/*liner* cimentados que forem perfilados devem ter extensão anular mínima cimentada de 60 m para serem considerados elementos de CSB combinados. Quando a verificação da cimentação do anular de revestimento/*liner* for inferida pelos parâmetros e resultados da operação de cimentação, a extensão anular mínima cimentada deverá ser de 120m.

No caso de existirem intervalos permeáveis distintos não conectados naturalmente, em que, pelo menos um deles tenha potencial de fluxo, separados por uma distância inferior a 30m, a extensão máxima possível de elemento de CSB deve ser posicionada entre estes intervalos.

A **Figura 18** ilustra o exemplo de CSBs permanentes separados e combinado para poço revestido e cimentado.

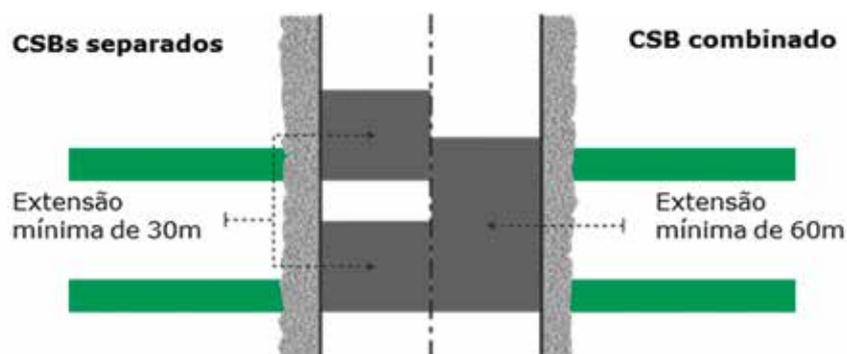


Figura 18 – Comparação de extensão do tampão de cimento para CSBs separados e combinado, para poço revestido e cimentado

6.3.3 REQUISITOS PARA POÇO ABERTO

Os requisitos estabelecidos no item 4 aplicam-se a qualquer intervalo com potencial de fluxo existente no trecho de poço aberto.

É necessário também o posicionamento de um tampão de cimento no interior do último revestimento cimentado ou na transição do poço aberto/poço revestido, caso não seja previsto nenhum CSB em poço revestido. Um tampão de cimento também deve ser instalado acima do topo do *liner* mais raso quando não houver isolamento com cimento no overlap. Estes tampões de cimento não compõem CSB, mas servirão para isolar qualquer formação exposta para o interior do poço e deverão ser verificados com pressão ou aplicação de peso.

Na **Figura 19**, são exemplificadas composições de CSBs permanentes separados ou combinado para isolamento de intervalo de poço aberto com potencial de fluxo, quando a pressão interna potencial não exceder a pressão de fratura das formações expostas no trecho de poço aberto e no trecho de poço revestido até a base do CSB secundário.

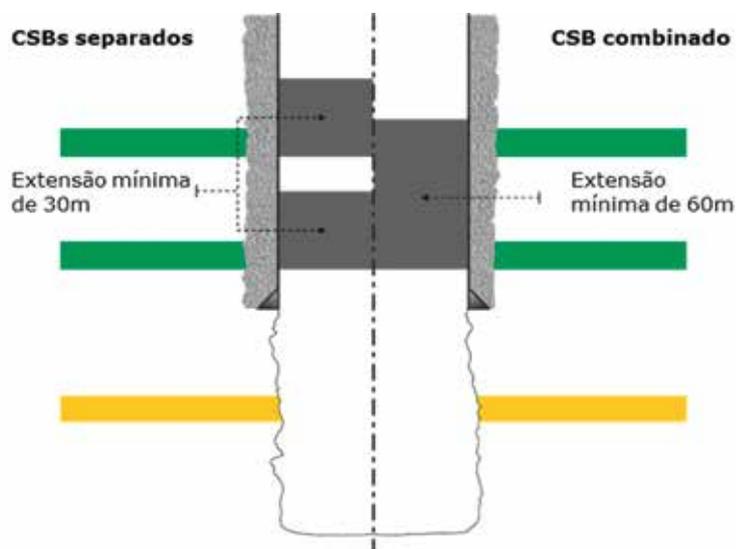


Figura 19 – Exemplo de CSBs permanentes separados e combinado para isolamento de intervalo de poço aberto com potencial de fluxo

Os intervalos com potencial de fluxo no trecho de poço aberto que não estejam naturalmente conectados e que o fluxo entre os mesmos seja inaceitável devem ser isolados entre si por 1 (um) CSB permanente, conforme **Figura 20**.

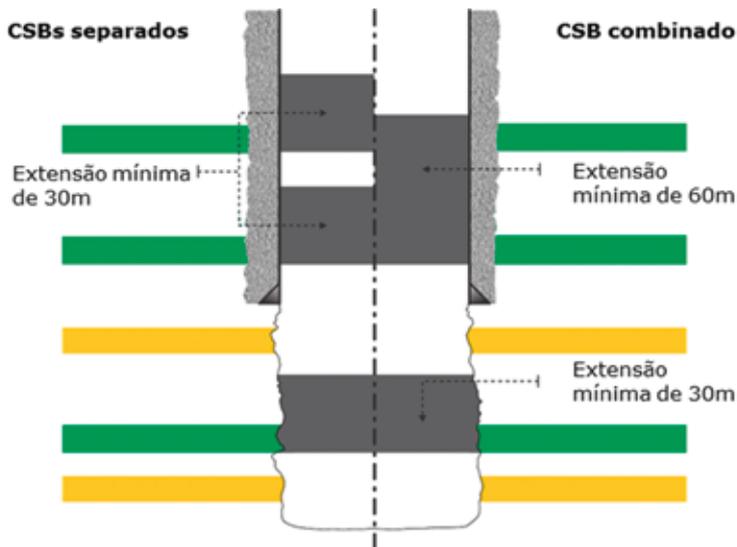


Figura 20 – Exemplo de CSB permanente em poço aberto para isolamento entre zonas

Para formações com pressão interna potencial capaz de fraturar a sapata do último revestimento ou qualquer formação abaixo, estabelecer, no mínimo, 2 (dois) CSBs permanentes entre o topo do intervalo com potencial de fluxo e a sapata do último revestimento ou a base da formação com risco de fratura no trecho de poço aberto, podendo ser CSBs separados ou combinados. Esta situação está exemplificada na **Figura 21**.

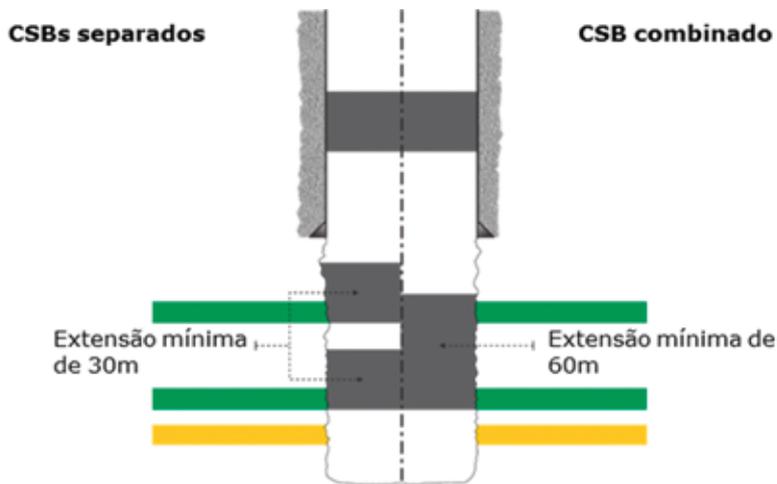


Figura 21 – Exemplo de CSBs permanentes em poço aberto se a pressão interna potencial do intervalo exceder a pressão de fratura da sapata do último revestimento

Para poços completados a poço aberto com *liner* rasgado, furado ou telas, estabelecer, no mínimo, 2 (dois) CSBs permanentes, sendo o CSB primário acima do topo do *liner*, do *packer* ou das telas, estendendo-se para dentro do revestimento de produção cimentado, ou acima do topo da formação com potencial de fluxo, caso esta se estenda até a profundidade coberta pelo revestimento de produção cimentado, o que for mais raso.

6.3.4 REQUISITOS PARA POÇO REVESTIDO

Os requisitos estabelecidos no item 4 aplicam-se a qualquer intervalo com potencial de fluxo existente no trecho de poço revestido.

O isolamento do topo do *liner* com tampão de cimento não é mandatório caso seja possível instalar abaixo do topo do *liner*, desde o topo do intervalo com potencial de fluxo até a *overlap* de *liner*, 2 (dois) CSBs permanentes, sem prejuízo dos demais procedimentos de abandono.

A **Figura 22** ilustra duas possibilidades.

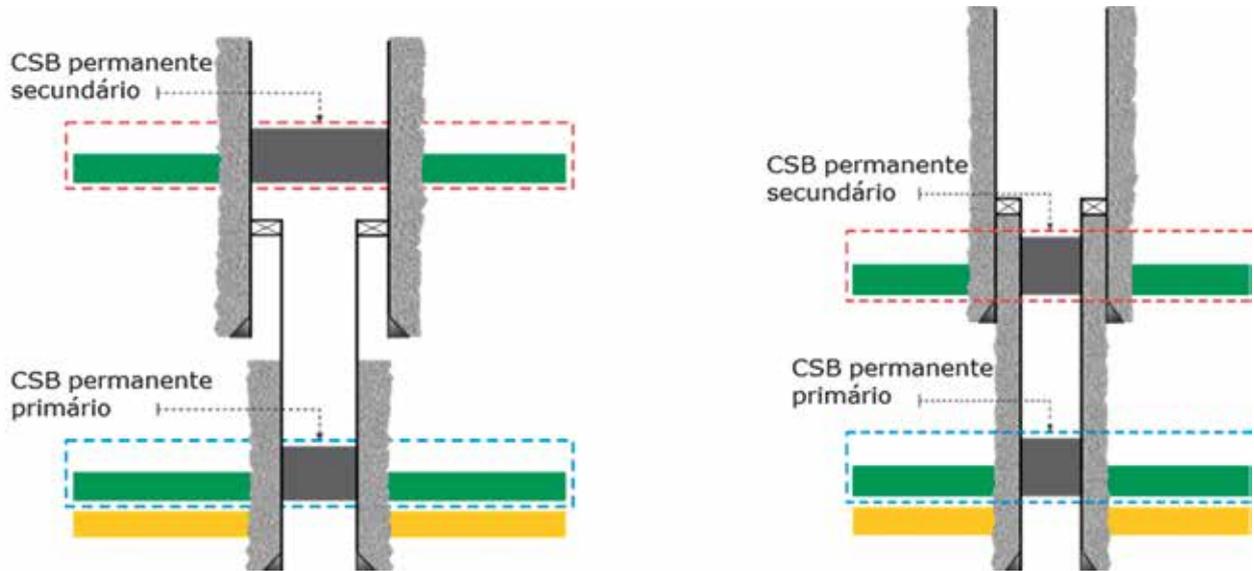


Figura 22 – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço com *liner*

Em caso de revestimento canhoneado, posicionar 2 (dois) CSBs permanentes acima do topo do reservatório de óleo/gás ou do topo do canhoneio, o que for mais raso. Exemplos são mostrados na **Figura 23**.

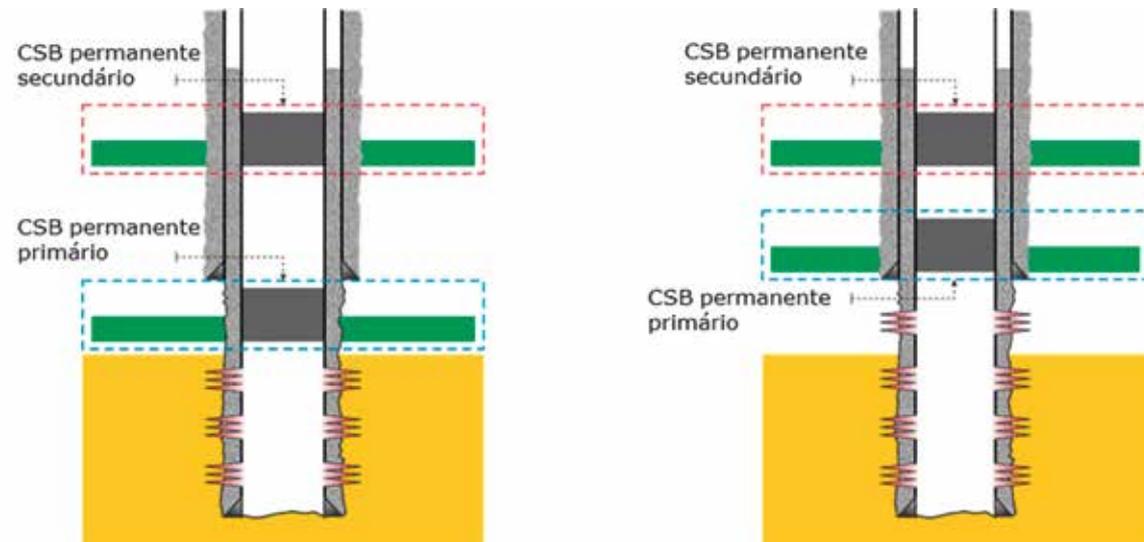


Figura 23 – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço canhoneado

O abandono em poço revestido deve atender ao item 4 para isolamento de zonas distintas com potencial de fluxo entre si com, no mínimo, 1 (um) CSB entre estas formações.

A formação selante dos CSB permanentes, inclusive aqueles instalados em poço revestido, devem ter competência suficiente para suportar a pressão interna potencial da formação que se deseja isolar. A **Figura 24** ilustra um poço abandonado permanentemente no qual as formações selantes dos 2 (dois) CSB mais rasos não possuem competência para suportar a máxima pressão interna potencial do intervalo mais profundo.

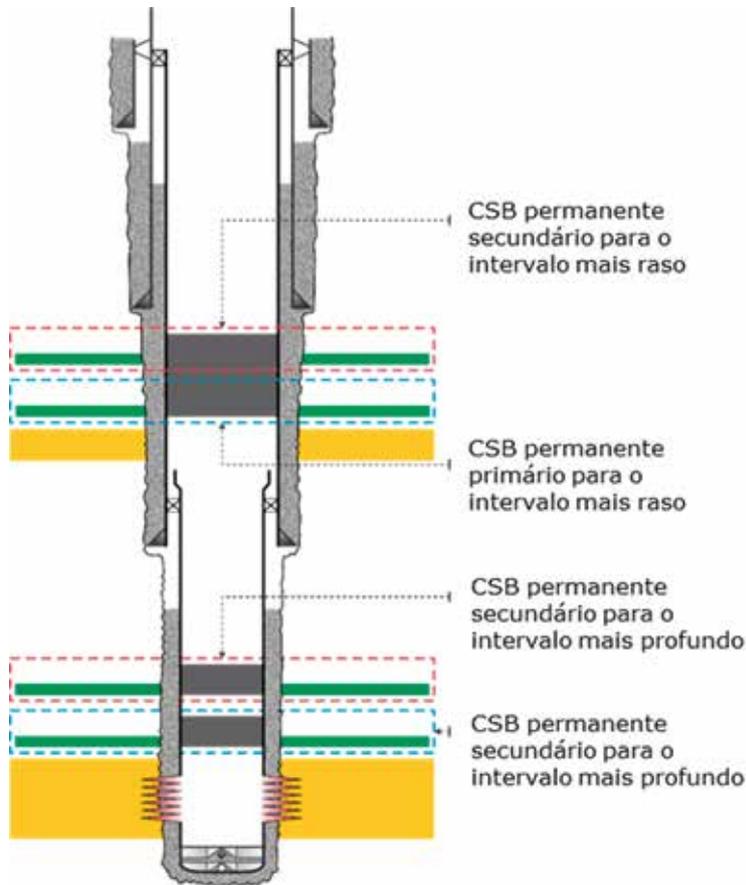


Figura 24 – Exemplos de CSBs instalados quando os CSB mais rasos não possuem competência para suportar a pressão interna potencial do intervalo mais profundo

Nos casos em que não há anulares cimentados ou formação com fluência para constituir CSB permanente no trecho requerido para isolamento de intervalos com potencial de fluxo, pode haver a necessidade de operações complementares para restauração da rocha selante durante o abandono do poço. Deve ser considerada a resistência da rocha para seleção da profundidade onde será efetuado o CSB permanente.

Esta recomposição do cimento nos anulares requeridos pode ser feita de várias formas: canhoneio e recimentação do trecho pertinente, corte e remoção do revestimento para permitir o posicionamento de tampão acima do ponto de corte, corte de um trecho do revestimento para expor a formação selante e permitir o posicionamento de cimento neste trecho, ou canhoneio, lavagem e posicionamento de cimento em trecho pertinente, técnica normalmente conhecida como PWC.

A **Figura 25** ilustra poços abandonados utilizando a técnica de recimentação e corte/remoção de revestimento.

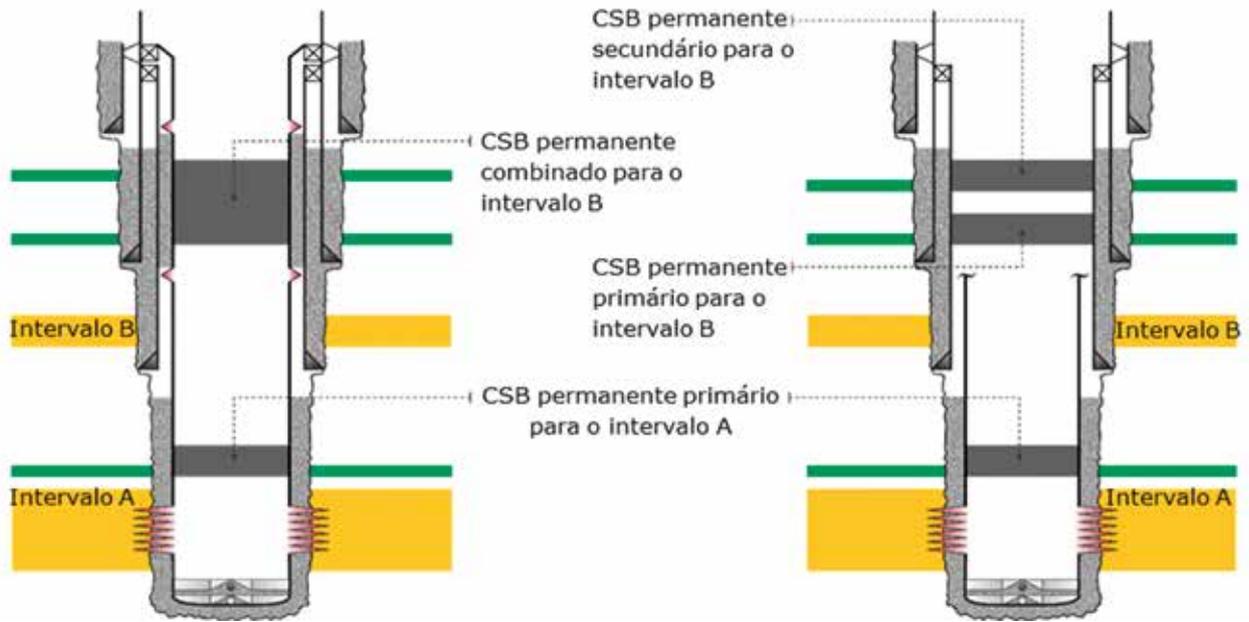


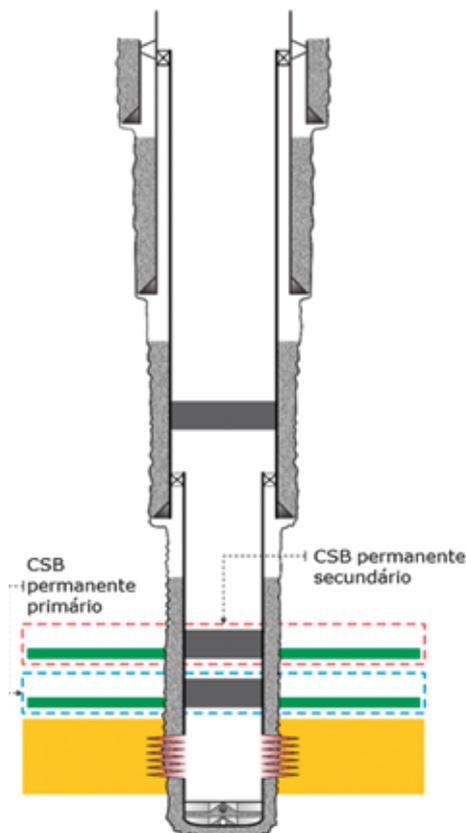
Figura 25 – Exemplos de CSBs instalados por recimentação e corte/retirada de revestimento

6.4 CENÁRIOS TÍPICOS DE ABANDONO PERMANENTE

Em condições usuais, um poço é abandonado permanentemente após o final da sua vida produtiva (poços exploratórios) ou após a perfuração (poços exploratórios não comerciais ou para fins de aquisição de dados).

Para fins ilustrativos, são mostrados a seguir exemplos de composição de CSBs para abandono permanente em algumas situações. Os quadros ao lado do diagrama de CSBs identificam os elementos de cada CSB e fazem referência à sua correspondente tabela com critérios de aceitação (ver item 8.5).

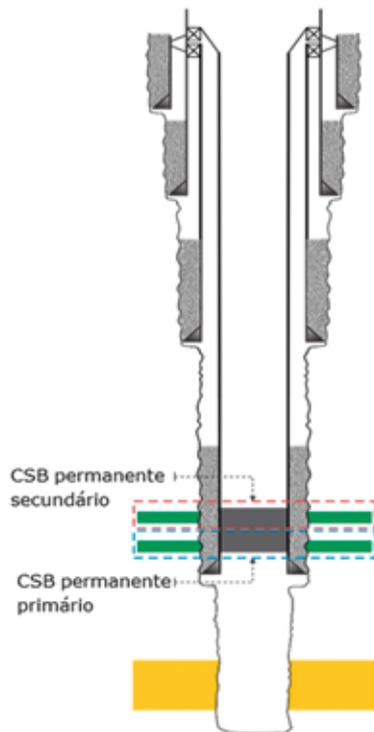
Um exemplo de configuração de CSBs de abandono permanente em um poço com um intervalo canhoneado a isolar está mostrado na **Figura 26**.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |
| CSB Secundário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |

Figura 26 – Exemplo de abandono permanente de poço canhoneado

Na **Figura 27** é mostrado um esquema de abandono permanente após a perfuração, com um único intervalo pertinente no poço aberto.

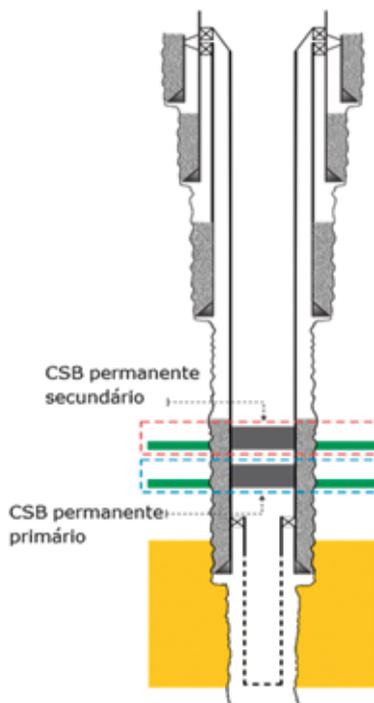


| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |
| CSB Secundário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |

Figura 27 – Exemplo de abandono permanente após a perfuração, com isolamento de intervalo com potencial de fluxo no poço aberto

Na figura acima, as formações acima do intervalo pertinente até a base do CSB secundário apresentam adequada resistência mecânica para suportar a pressão interna potencial do intervalo com potencial de fluxo. Caso a pressão interna potencial superasse a resistência das formações abaixo da sapata do revestimento, os CSBs teriam que ser constituídos no poço aberto, conforme detalhe mostrado na **Figura 21**.

A **Figura 28** exemplifica um abandono permanente de poço com *liner* rasgado ou com telas na zona produtora.



| Elementos de CSB | Tabela do item 8.5 |
|------------------------|--------------------|
| CSB Primário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |
| CSB Secundário | |
| Formação selante | 8 |
| Revestimento Cimentado | 2, 5 |
| Tampão de Cimento | 3 |

Figura 28 – Exemplo de abandono permanente de poço com *liner* rasgado ou com telas

Em situações particulares onde não são encontrados intervalos com hidrocarbonetos, aquífero ou outros intervalos com potencial de fluxo na perfuração do poço (caso de poços exploratórios secos, por exemplo), o abandono pode ser feito com apenas 1 (um) CSB posicionado em poço revestido, conforme ilustrado na **Figura 29**.

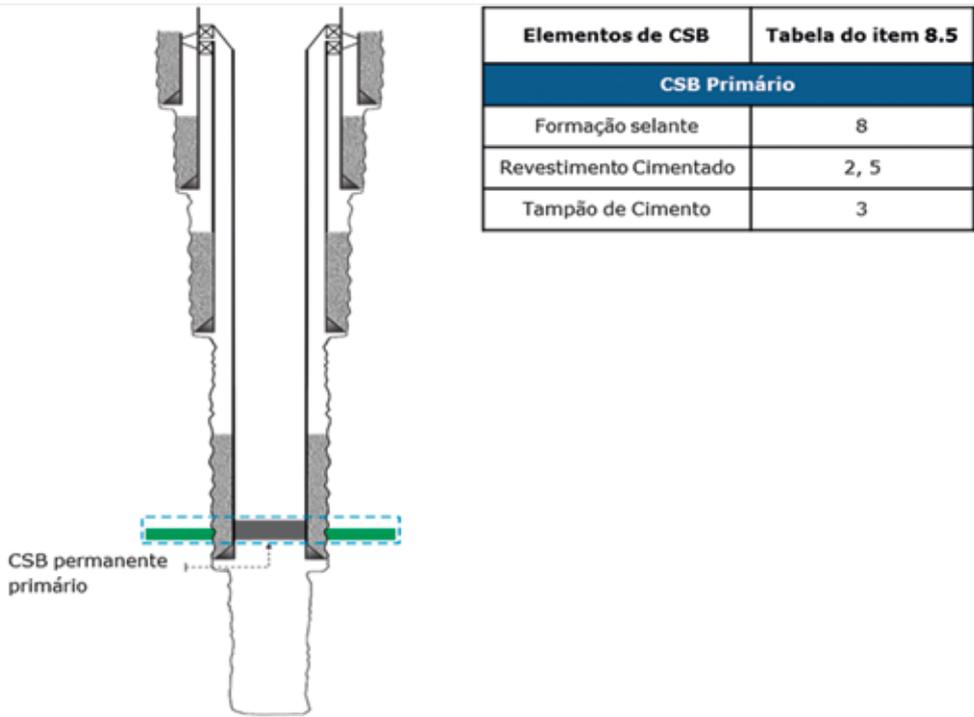


Figura 29 – Exemplo de abandono permanente de poço sem intervalos a isolar

O abandono permanente de poços terrestres é concluído após a remoção da cabeça de poço, corte dos revestimentos até a base do antepoço e instalação do tampão de superfície com extensão mínima de 60 m, conforme ilustrado na **Figura 30**.

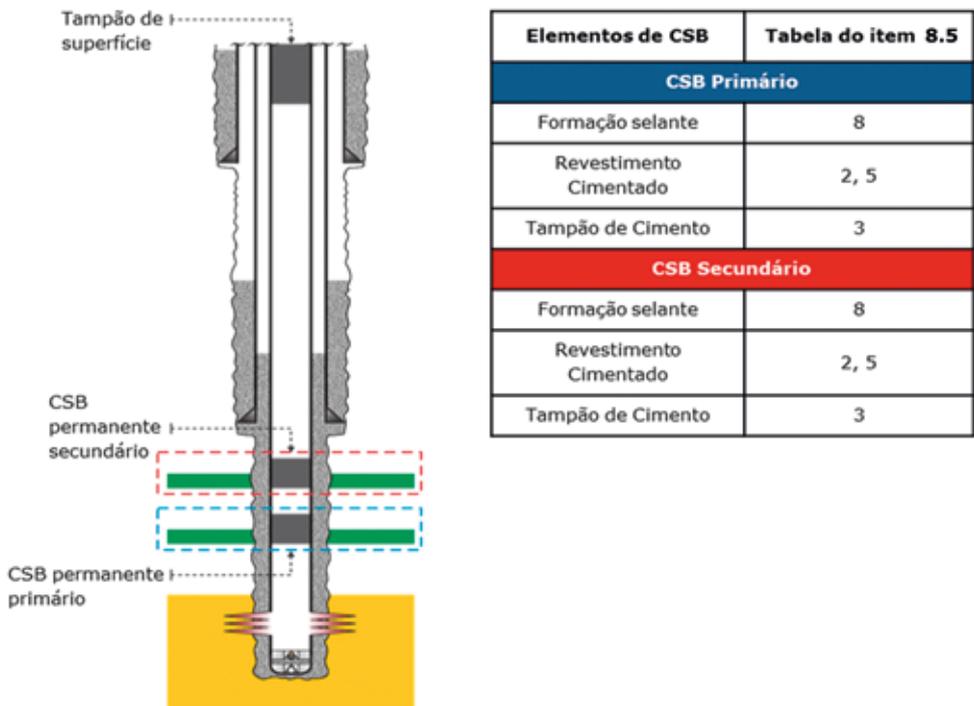


Figura 30 – Exemplo de abandono permanente de poço terrestre

A **Figura 31** ilustra um exemplo de abandono permanente com recimentação de um trecho do revestimento intermediário para composição dos CSBs para isolamento do intervalo superior.

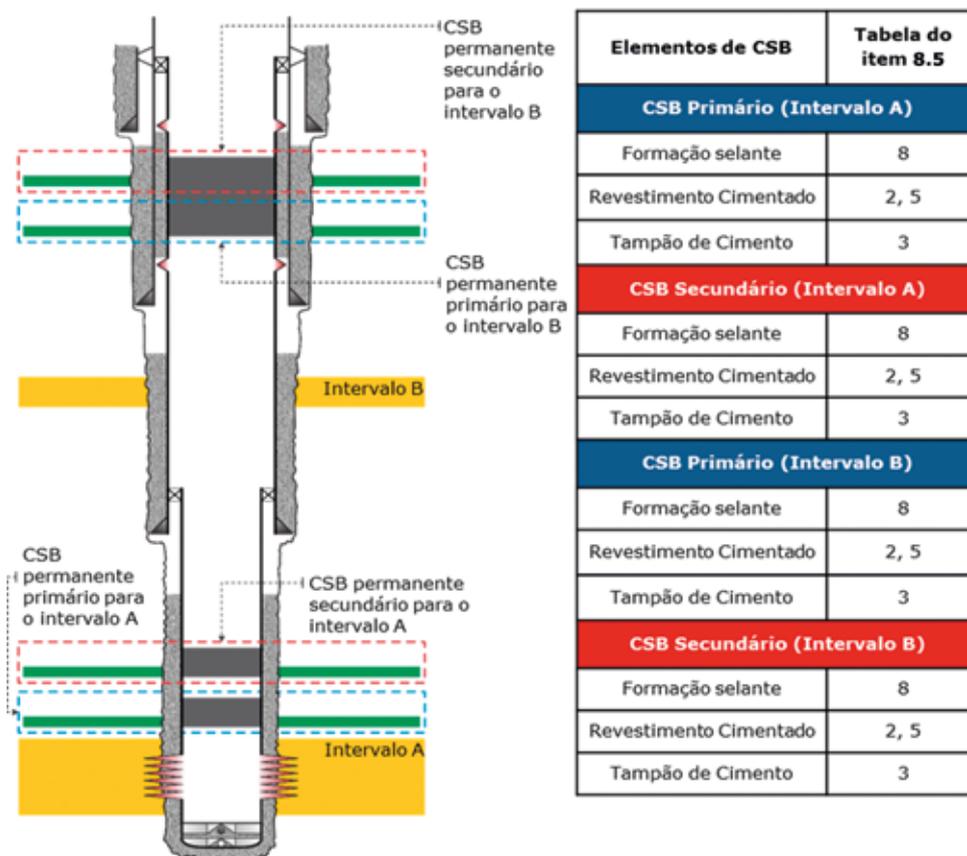


Figura 31 – Exemplo de abandono permanente de poço com 2 intervalos a isolar; a composição dos CSBs para o intervalo superior é obtida com a recimentação do trecho pertinente de revestimento

7. SITUAÇÕES PARTICULARES

7.1 DESVIO DE POÇO

O abandono do trecho do poço original deve ser realizado de acordo com as diretrizes deste documento, a menos que haja um elevado nível de confiabilidade de que os CSBs para este trecho poderão ser posicionados e verificados durante o abandono permanente final do poço.

Não deve ser efetuado o desvio do poço em um elemento do CSB permanente, a menos que a extensão do tampão de cimento seja de tal magnitude que não comprometa a integridade deste CSB.

Na **Figura 32** estão representados exemplos em que há 1 (um) CSB em comum acima do ponto de desvio, mais 1 (um) CSB independente em cada perna do poço para isolamento do intervalo com potencial de fluxo (**Figura 32a**) e 2 (dois) CSBs independentes em cada perna (**Figura 32b**).

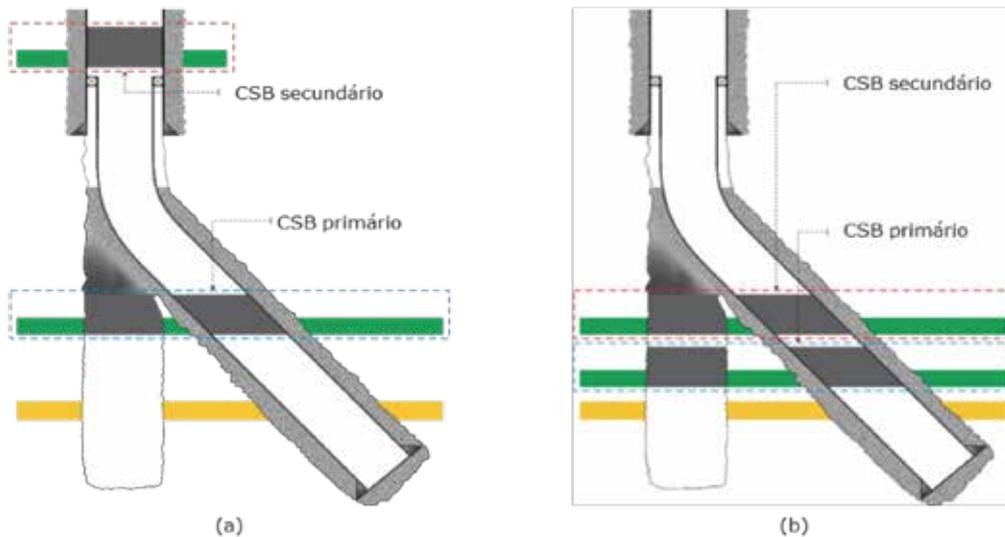


Figura 32 – Exemplos de configurações de CSBs em poços desviados: (a) com 1 CSB em comum acima do ponto de desvio; (b) com 2 CSBs independentes em cada perna

7.2 POÇOS HORIZONTAIS OU DE ALTA INCLINAÇÃO (POÇOS > 70°)

Em princípio os requisitos de abandono de um poço horizontal ou direcional de alta inclinação não diferem daqueles para um poço convencional. A dificuldade reside no meio de se assegurar satisfatoriamente o isolamento, o que é em geral mais difícil de ser conseguido em poços horizontais ou de alta inclinação.

Os poços horizontais e de alta inclinação apresentam dificuldades adicionais relacionadas à obtenção do isolamento em razão da inclinação dificultar o posicionamento da pasta de cimento no trecho. Normalmente o *liner* é descido num reservatório único, o que facilita o abandono. Entretanto, existindo mais de um reservatório que requeira isolamento, é recomendável que o projeto de construção/completação do poço considere as opções de isolamento no final da sua vida.

A **Figura 33** ilustra o caso onde há somente um intervalo pertinente em trecho de alta inclinação

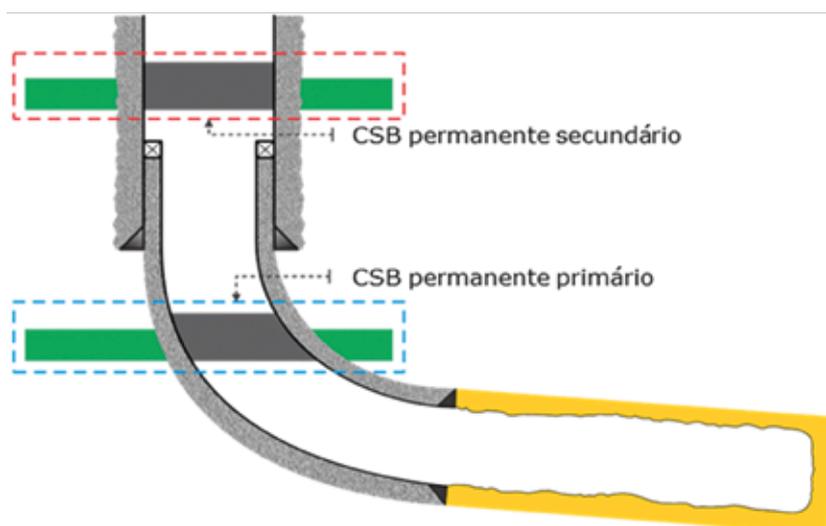


Figura 33 – Exemplo de CSBs permanentes em poço de alta inclinação

7.3 POÇOS MULTILATERAIS

Para poços multilaterais deve ser aplicado o disposto neste documento para cada uma das seções laterais ou partilhadas.

Os pontos de atenção para poços multilaterais incluem:

- Abandono futuro incluído no projeto do poço para cada extensão lateral. Em algumas situações será difícil recuperar o acesso ao poço original;
- Possibilidade de diferentes regimes de pressão nos vários trechos laterais;
- Possibilidade de inexistência de pasta de cimento endurecida no anular do revestimento acima dos trechos laterais.

É possível constituir CSB permanente na seção principal comum a duas ou mais seções laterais ou partilhadas, assim como exemplificado no cenário de desvio de poço, conforme Figura 32.

7.4 INTERVALOS RASOS

Todo intervalo raso sobrepressurizado deve ser isolado para a superfície com 2 (dois) CSBs permanentes. Caso o influxo cesse naturalmente, fica dispensada a necessidade de estabelecimento de CSB permanente para o intervalo correspondente.

Para o caso específico de poço de investigação, deverá ser atendido o seguinte:

- Estabelecimento de 2 (dois) CSBs permanentes (tampão de cimento ou material alternativo) verificados por aplicação de peso caso haja intervalos com potencial de fluxo no momento em que o poço for abandonado.
- Estabelecimento de um tampão de cimento com extensão mínima de 60 m caso não haja intervalos com potencial de fluxo no momento em que o poço for abandonado. Neste caso fica dispensada a verificação do tampão por aplicação de peso.

7.5 HIDROCARBONETOS DE NATUREZA BIOGÊNICA

Os compostos de natureza biogênica são provenientes de formações rasas, fruto direto da decomposição de matéria orgânica e podem ocorrer em qualquer campo. Diferentemente dos hidrocarbonetos de origem termogênica, que sofreram efeito de temperatura e pressão, fruto de soterramento a partir de mil metros de espessura, os hidrocarbonetos biogênicos foram gerados a poucas dezenas de metros de profundidade e, na maioria dos casos, trata-se de metano. Caso sejam constatados ao redor dos poços, os hidrocarbonetos de origem biogênica não necessariamente indicam falha de um elemento de CSB. A diferenciação entre termogênico e biogênico pode ser feita por meio de análise química composicional (o método mais indicado), comparando-se os hidrocarbonetos das imediações com os presentes no poço.

7.6 FORMAÇÕES COM FLUÊNCIA

Determinados tipos de formações geológicas (por exemplo, certos folhelhos ou formações salinas) são conhecidos por apresentarem mobilidade. Estas formações são capazes de fechar um espaço anular onde a bainha de cimento esteja ausente. Normalmente, tal mobilidade é uma característica geológica que é observada na extensão do campo e não apenas isoladamente em um poço. Para ser considerada como um elemento de CSB, a formação plástica (ou com fluência) deve ser impermeável e deve ter resistência adequada aos esforços a que será submetida. Estas propriedades devem ser duradouras nas condições predominantes a que será submetida.

Caso se possa demonstrar que o isolamento hidráulico resultante do fechamento da formação contra o revestimento é adequado para prevenir o fluxo dos fluidos presentes nas pressões futuras previstas, então, tal elemento de CSB é aceitável como substituto a uma pasta de cimento endurecida com boa aderência no anular.

Para se qualificar a formação com fluência como elemento de CSB num poço é necessário previamente:

- a) Verificar que a formação com fluência apresenta resistência à fratura para suportar as pressões futuras previstas;
- b) Apresentar extensão vedante de formação com fluência de, no mínimo, 30 m (por cada elemento de CSB permanente), constatando-se que a resposta do perfil de aderência seja equivalente ao de uma pasta de cimento endurecida de boa qualidade. Para confirmar a aderência entre o revestimento e a formação, sem a presença de canais, é necessário que em cada poço sejam descidas duas ferramentas de perfilagem independentes (por exemplo, uma ferramenta de aderência de cimento sônica e uma ferramenta de avaliação de cimento circunferencial);
- c) Validar a resposta do perfil de aderência como indicativo de que o elemento de CSB vedará na pressão futura prevista. Isto pode ser conseguido por meio de uma verificação por pressão entre dois trechos canhoneados espaçados por no mínimo 30 m.

A verificação da formação com fluência como elemento de CSB deve ser documentada.

Caso uma determinada formação com fluência tenha sido anteriormente qualificada por perfis acústicos e por verificação por pressão e se a formação for avaliada como sendo geologicamente homogênea e continua lateralmente, então em poços subsequentes na área não é necessário executar testes de integridade, apenas a perfilagem acústica é suficiente para a verificação do elemento de CSB.

7.7 CORTE DE REVESTIMENTO

Em situações que o isolamento anular não é assegurado na cimentação primária, pode ser efetuada uma operação de corte e remoção do revestimento para posicionar um CSB permanente acima do ponto de corte.

Antes da operação de corte, é importante considerar a possibilidade da existência de gás trapeado, fluidos pressurizados atrás do revestimento a ser cortado ou desbalanceio que pode gerar falso *kick*.

Os revestimentos são tipicamente ancorados por tração. Quando do seu corte, a porção não cimentada do revestimento liberará a tração acumulada

e poderá causar rebaixamento da extensão livre de revestimento abaixo do ponto de corte. A queda do revestimento e/ou a onda de choque poderá liberar gás que esteja trapeado proveniente de dano à pasta de cimento endurecida ou quebra de material tamponante existente no anular.

7.8 ABANDONO THROUGH-TUBING

A técnica de abandono *through-tubing* consiste no estabelecimento de CSBs através da coluna de produção/injeção. Neste cenário, parte ou toda a coluna de produção/injeção permanece no poço e os CSBs são constituídos com o posicionamento dos elementos de CSB permanentes no anular entre a coluna e o revestimento, assim como no interior da coluna, em trecho onde exista cimento verificado nos anulares entre revestimento e a formação selante e, caso seja aplicável, também entre revestimentos.

Os mesmos requisitos de verificação apresentados para o posicionamento dos tampões de cimento e cimento em anular em outros cenários, como descrito nos itens 8.1 e 8.2, são válidos no método *through-tubing*, inclusive em relação às extensões necessárias, seja a partir de perfilagem ou parâmetros operacionais, tal como mencionado no item 6.3.2. Cabe salientar que, para a devida composição dos CSBs, as extensões de cimento no anular entre o(s) revestimento(s) e a formação devem atender aos mesmos requisitos.

Quando os métodos empregados durante a operação de cimentação *through-tubing* permitam a inferência do topo do cimento pelos parâmetros operacionais e atendam a todas as seguintes condições, a operação de perfilagem de avaliação de cimentação é facultativa:

- Registros da operação de cimentação atestando a normalidade da operação;
- Cimento em anular posicionado acima de base mecânica (por exemplo, *packer* de produção ou cimento) com os devidos excessos no volume para compensar os riscos de contaminação, deslizamento e rebaixamento do topo;
- Coluna de produção/injeção e revestimento verificados por pressão para evitar migração indesejada da pasta de cimento;
- Fora de trechos de alta inclinação;
- Geometria do poço bem definida, com os devidos diâmetros da coluna de produção/injeção e acessórios, bem como a tubulação do revestimento.

A verificação por pressão deve ser conduzida no interior e anular da coluna de produção/injeção para a avaliação da integridade dos elementos de CSB permanente, além de confirmação do topo do cimento no interior da coluna. Em alguns cenários a verificação por pressão pode ser inconclusiva para esses elementos e, portanto, dispensada para a condição do tampão de cimento no interior da coluna de produção/injeção e cimento em anular, quando este CSB for constituído acima de base mecânica (por exemplo envelope formado por *packer* de produção, trecho de coluna de produção e tampão mecânico) verificada previamente por pressão.

A **Figura 34** apresenta um exemplo de abandono *through-tubing* de poço revestido.

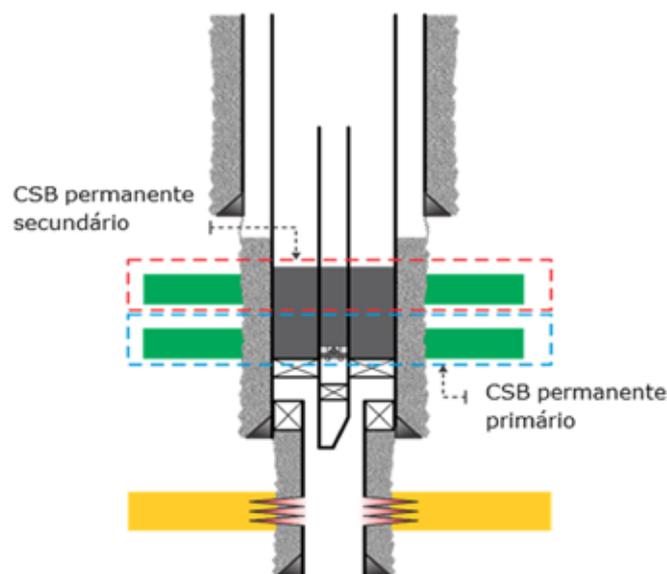


Figura 34 – Exemplo de abandono *through-tubing*

7.9 APRISIONAMENTO DE FONTES RADIOATIVAS NO POÇO

No caso de perda de fontes radioativas no poço, a companhia proprietária da fonte radioativa deve comunicar a CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) e a Operadora deve fazer a comunicação à ANP.

Uma vez decidido pelo isolamento e abandono da fonte radioativa no poço, a Operadora deve comunicar oficialmente a companhia proprietária da fonte radioativa a decisão do abandono. Concomitantemente, a companhia proprietária da fonte radioativa deve comunicar oficialmente a CNEN, conforme os procedimentos constantes de seu plano de radioproteção.

Para o abandono, a fonte radioativa deve ser localizada o mais acuradamente possível (inspeção e verificação) e isolada preferencialmente com tampões de cimento. O objetivo principal do isolamento é fixar a fonte no local e isolá-la do movimento potencial de fluido.

Sempre que possível, colocar algum dispositivo de deflexão (por exemplo esfera de aço, broca usada, etc.) no topo do tampão, com a finalidade de impedir qualquer intenção futura de reentrada neste trecho do poço para prosseguir perfuração.

8 VERIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DE CSB

A posição e a efetividade dos CSBs projetados e instalados devem ser verificadas durante o abandono. Alguns elementos de CSB previamente instalados como, por exemplo tampões mecânicos, podem ter tido sua capacidade de vedação comprometida devido aos esforços impostos durante a vida produtiva do poço, decorrentes de variações de pressão e temperatura e/ou impactos mecânicos.

Os CSBs instalados devem ser verificados de acordo com os critérios de aceitação estabelecidos para cada cenário. A verificação tem a intenção de confirmar que o elemento de CSB está na posição e que sua integridade atende aos objetivos a que foi projetado.

Os requisitos para verificação são dependentes da configuração dos conjuntos solidários de barreiras estabelecidos em cada poço. No posicionamento de tampões de abandono permanente, devem ser levados em conta diversos fatores, como por exemplo a inclinação do poço, o método de posicionamento do tampão de cimento (por exemplo, se colocado acima de um tampão mecânico), os requisitos do tampão, o monitoramento dos volumes bombeados/perdidos, a seção do poço onde o tampão deverá ser posicionado, o tipo de abandono (se a poço aberto ou revestido), etc. A própria técnica de colocação pode assegurar a qualidade requerida do tampão, como numa extensa coluna de cimento apoiada no topo de um dispositivo físico/mecânico. Deve-se considerar a criticidade do tampão em relação à sua exata localização e função.

Os métodos usuais de verificação são por meio de teste, parâmetros operacionais durante sua instalação, aplicação de peso ou pressão positiva após a instalação/posicionamento.

Quando se prevê a necessidade de realização da verificação de um elemento de CSB por pressão positiva ou negativa, deve-se considerar a possibilidade de falha de isolamento do elemento e suas potenciais consequências, respectivamente a fratura da formação ou a indução de influxo de fluidos da formação. O fraturamento das formações durante a verificação por pressão positiva pode resultar na comunicação de diferentes reservatórios com diferentes níveis de pressão, ao passo que o teste no sentido do fluxo pode resultar no influxo de fluidos da formação para o poço e na comunicação de reservatórios contendo hidrocarbonetos situados em intervalos mais profundos.

8.1 ELEMENTO DE CSB NO INTERIOR DE POÇO

Os elementos de CSB, sejam mecânicos ou consolidados (tampões de cimento), devem ser verificados por aplicação de peso e por pressão, quando não houver poço aberto exposto. Tampões de cimento com o topo do tampão em poço aberto devem ser verificados apenas por aplicação de peso. Os requisitos mínimos para cada verificação são:

- a) Aplicação de peso: 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo;
- b) Verificação por pressão: Aplicar a menor pressão dentre os valores abaixo:
 - 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata;
 - 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido;
 - 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado;
 - Pressão de verificação dos revestimentos e demais equipamentos expostos.

A verificação por aplicação de peso dos tampões posicionados em poço revestido pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais. A análise de risco deve considerar as condições do poço, extensão e volume do tampão, execução da operação, outras formas de verificação e consequência da falha.

A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:

- a) Posicionado em poço revestido;
- b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou *shoe track* cimentado verificado por pressão;
- c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido.

O tampão mais raso da **Figura 35** e o mais profundo da **Figura 36** exemplificam a condição do tampão de cimento no qual a verificação por pressão mostra-se inconclusiva e, portanto, pode ser dispensada.

O tampão de cimento acima do tampão mecânico da **Figura 36** exemplifica a situação em que a verificação por peso foi dispensada por análise de risco.

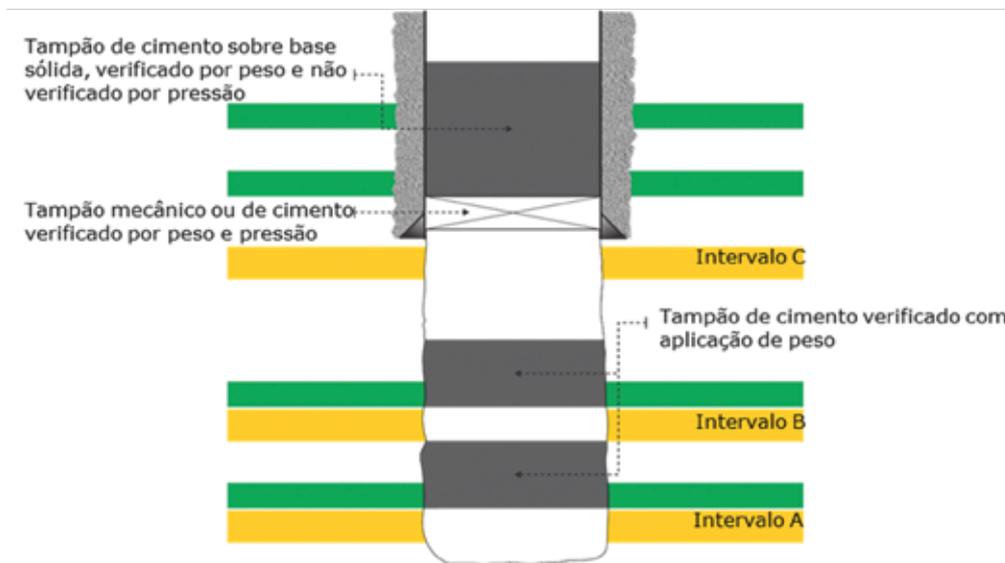


Figura 35 – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto

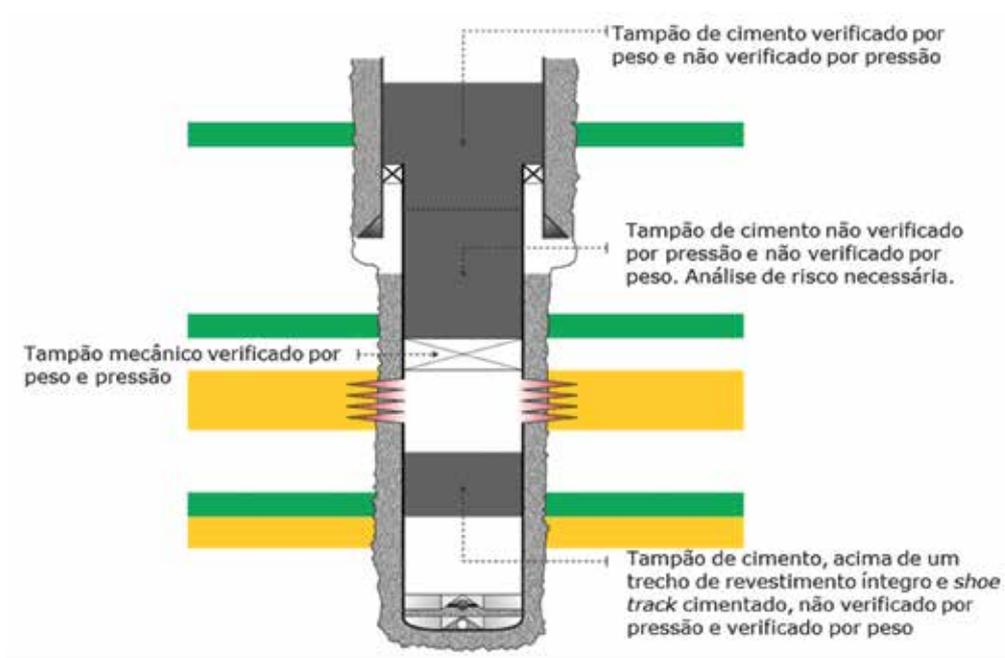


Figura 36 – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto

8.2 ELEMENTO DE CSB NO ANULAR

A verificação da pasta de cimento endurecida no anular como elemento de CSB poderá ser realizada 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 (geometria do poço, volumes bombeados, volumes retornados durante a cimentação, etc).

A cimentação do anular próximo à sapata pode ser verificada por teste de absorção com resultado dentro do esperado após corte da sapata do revestimento e perfuração de formação geológica.

Overlaps de *liner* cimentados podem ser considerados como elemento de CSB, desde que se assegure boa qualidade da cimentação primária ou top squeeze, através dos parâmetros operacionais ou verificação por pressão. Caso a cimentação primária tenha transcorrido normalmente, nenhum requisito adicional é necessário para o isolamento. Do contrário, esses devem ser considerados como revestimentos cortados e é necessário posicionar pasta de cimento como elemento de CSB acima do topo do *liner* caso não tenha sido possível posicionar os CSBs no interior do *liner*.

Quando utilizado conjunto de *liner* com *packer* este pode ser considerado elemento de CSB temporário se verificado por pressão. Embora este teste seja suficiente para verificação do isolamento durante a vida produtiva de um poço, seu resultado não permite saber se o cimento no anular *liner*/revestimento anterior ou o *liner packer* está suportando a pressão. Para o abandono permanente, a pasta de cimento endurecida no overlap pode compor CSB(s) permanente(s) caso verificado por parâmetros operacionais ou pela avaliação da cimentação.

Qualquer registro de problemas durante a cimentação primária ou durante o ciclo de vida do poço pode indicar ausência do elemento de CSB no anular. A cimentação corretiva pode ser necessária nos casos onde a qualidade ou a extensão da pasta de cimento endurecida no anular cimentado for considerada insuficiente para o estabelecimento do elemento de CSB permanente conforme descrito no item 6.3.4.

8.3 ELEMENTO DE CSB TEMPORÁRIO

Antes da operação de abandono, o revestimento deve ser verificado por pressão para ser considerado um elemento de CSB temporário.

O trecho cimentado no interior da coluna de revestimento/*liner* entre os acessórios do colar e da sapata e suas respectivas válvulas flutuantes (denominado *shoe track* cimentado) não constituem um elemento de CSB temporário, a menos que sejam especificamente projetados e verificados para demonstrar a capacidade de atuar como um elemento de CSB para o influxo de fluidos proveniente do poço. As válvulas flutuantes objetivam auxiliar o processo de cimentação primária e não são qualificadas como elemento de CSB permanente ou temporário.

Deve ser feito um teste funcional para todos os elementos de CSB temporário que requeiram ativação para funcionamento, nos seguintes momentos:

- Antes da instalação (equipamento subsea ou de poço);
- Após a instalação;
- Se submetido a cargas acima da capacidade de projeto;
- Após reparos;
- Periodicamente, de acordo com a necessidade de cada elemento.

8.4 QUADRO PARA VERIFICAÇÃO DO CIMENTO COMO ELEMENTO DE CSB

O quadro a seguir se destina a auxiliar o entendimento da aplicação dos requisitos de verificação do cimento (ou material similar) como elemento de CSB. Deve-se ter em mente que este documento não cobre todos os cenários possíveis.

Quadro 1 - Resumo para Verificação do Cimento como Elemento de CSB

| Cenário | Verificação | | | |
|--|--|--|---|--------------------------|
| | Interior do Poço/ <i>Tubing</i> | | Anular de Revestimento | |
| | Posição | Capacidade de Vedação | Posição | Capacidade de Vedação |
| <i>Through-tubing</i> | Aplicação de peso | Verificação por pressão | Extensão mínima de 30 m de cimentação se perfilado ou de 60 m se estimado pelo diferencial de pressão da operação | Ver tabela 5 do item 8.5 |
| <i>Through-tubing</i> sobre um tampão mecânico | Aplicação de peso sobre o tampão de cimento ou medida de volume para confirmar profundidade do topo do cimento, sujeito a análise de risco | Verificação por pressão. Pode ser dispensada se inconclusiva (ver item 8.1). | Extensão mínima de 30 m de cimentação se perfilado previamente ou de 60 m se estimado pelo diferencial de pressão da operação | Ver tabela 5 do item 8.5 |
| Poço revestido | Aplicação de peso | Verificação por pressão. Pode ser dispensada se inconclusiva (ver item 8.1) | Extensão mínima de 30 m de cimentação se perfilado ou de 60 m se estimado pelo diferencial de pressão da operação | Ver tabela 5 do item 8.5 |
| Poço revestido sobre um tampão mecânico | Aplicação de peso sobre o tampão de cimento ou medida de volume para confirmar profundidade do topo do cimento, sujeito a análise de risco | Verificação por pressão. Pode ser dispensada se inconclusiva (ver item 8.1). | Extensão mínima de 30 m de cimentação se perfilado ou de 60 m se estimado pelo diferencial de pressão da operação | Ver tabela 5 do item 8.5 |
| Poço aberto | Aplicação de peso | N/A | N/A | N/A |

Para elementos de CSB combinado, considerar o dobro das extensões mínimas indicadas no quadro acima.

8.5 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DE ELEMENTOS DE CSB

Devem ser explicitados os critérios de aceitação de todos os elementos de CSB que compõem um CSB temporário ou permanente. Nestas diretrizes, recomenda-se a adoção dos critérios de aceitação, compostos por Projeto/Construção/Seleção, Verificação e Tipo de Abandono Aplicável, descritos nas tabelas apresentadas abaixo.

Caso algum elemento de CSB não exista nas tabelas de aceitação de elementos, uma nova tabela pode ser criada para este elemento específico, com seus correspondentes critérios de aceitação.

Tabela 1 – Não Surgência

| Características | Crériterios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Pressão de reservatório insuficiente para elevar os fluidos até a superfície ou até o leito marinho. |
| II. Funções | Fluido da formação exercendo pressão hidrostática no poço que prevenirá o fluxo não intencional de fluidos da formação para o ambiente externo. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> Deve-se analisar para os poços: <ol style="list-style-type: none"> Com completação molhada: condição de não surgência para o leito marinho. Para poços conectados à sonda ou UEP, a condição de não surgência deve ser verificada para a superfície e assoalho marinho; Terrestres ou com completação seca: condição de não surgência para a superfície. A não surgência do poço deve ser avaliada desconsiderado qualquer método de elevação artificial. A avaliação de não surgência deve considerar a variação das características do reservatório prevista para o período de abandono. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> A não surgência deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> Através da pressão estática obtida na árvore de natal ou no interior do poço (por exemplo, PDG) com o poço fechado; Informações e características dos poços do campo; Através das informações obtidas durante a produção do poço. A condição de não surgência deve ser verificada periodicamente. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 2 – Revestimento

| Características | Crériterios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Tubulação de revestimento/ <i>liner</i> . |
| II. Funções | 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. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> As tubulações, incluindo-se as conexões, devem ser projetadas para suportar todos os esforços e tensões esperadas durante o período do abandono. Devem ser definidos, para cada tipo de esforço, os fatores de segurança mínimos de projeto. Os efeitos estimados de temperatura, corrosão e desgaste devem ser incluídos no projeto. Devem ser definidos e documentados todos os tipos de carregamentos em relação à pressão interna, colapso e tensão/compressão e triaxial. O projeto de revestimento/<i>liner</i> pode ser baseado em modelos determinísticos ou probabilísticos. O revestimento/<i>liner</i> que for exposto ao intervalo com hidrocarboneto deve ter conexões que vedem o gás. A exceção é o revestimento de superfície que apenas esteja exposto ou que possa estar potencialmente exposto a gás raso com gradiente normal. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> Para o abandono temporário o revestimento/<i>liner</i>: <ol style="list-style-type: none"> Deve ser verificado com o máximo diferencial de pressão esperadas durante o período do abandono; Pode ser verificado enquanto a pasta de cimento estiver fluida (batida do plugue de topo) ou depois da cura do cimento. A verificação não deve ser realizada durante a cura da pasta de cimento. Para o abandono permanente exclusivamente, o trecho de revestimento utilizado para compor o CSB permanente não possui critérios de verificação objetivos, pois são os intervalos cimentados (interior do poço e anulares) que deverão prover a vedação e integridade do CSB. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 3 – Tampão de Cimento

| Características | Critérios de Aceitação | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|----------------|-------------|-------------|--|----------------|---|
| I. Descrição | Pasta de cimento que se solidifica e isola hidráulicamente o interior do poço. | | | | | | | |
| II. Funções | Prevenir o fluxo de fluidos provenientes da formação entre intervalos de formações distintas no interior do poço e/ou para a superfície/leito marinho. | | | | | | | |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser elaborado um programa de cimentação para cada tampão de cimento a ser instalado. 2. O programa de cimentação deve ser verificado por pessoal qualificado (interno ou externo) para operações de cimentação críticas, cenários em condições HPHT e projetos de pastas complexas. 3. A formulação da pasta de cimento deve ser testada em laboratório em condições de poço representativas e com amostras de produtos sólidos e líquidos provenientes da locação. O teste deve informar o tempo de espessamento e a resistência compressiva da pasta. Os resultados do teste devem ser compatíveis com a duração e finalidade da cimentação. 4. Os tampões de cimento devem ser projetados para prover o isolamento a longo prazo sob condições estáticas e dinâmicas estimadas e carregamentos previstos para o período do abandono. 5. O tampão deve ser projetado para o maior diferencial de pressão e maior temperatura de fundo de poço esperados para o período do abandono, incluindo-se sua instalação e carregamentos de verificação. 6. Deve ser definido um volume mínimo de pasta de cimento que assegure uma pasta homogênea posicionada no poço considerando-se todas as contaminações possíveis da pasta desde a mistura até a sua colocação no poço. 7. O comprimento mínimo do tampão de cimento em poço aberto ou revestido deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB. 8. O comprimento mínimo do tampão de cimento em poço aberto ou revestido deve ser de 60 m para que possa ser um Elemento de CSB Combinado. | | | | | | | |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uma amostra de cimento pode ser coletada em superfície para ser utilizada como indicador do desenvolvimento da resistência compressiva do cimento. A amostra em superfície não replica as condições de pressão e temperatura do poço e, portanto, pode haver diferenças significativas da qualidade do cimento na superfície e no poço. 2. A posição e capacidade de vedação do tampão devem ser verificadas por: <table border="1" data-bbox="411 969 1477 1711"> <thead> <tr> <th>Topo do Tampão</th> <th>Verificação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Poço Aberto</td> <td>Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração.</td> </tr> <tr> <td>Poço Revestido</td> <td> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. </td> </tr> </tbody> </table> | | Topo do Tampão | Verificação | Poço Aberto | Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração. | Poço Revestido | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. |
| Topo do Tampão | Verificação | | | | | | | |
| Poço Aberto | Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração. | | | | | | | |
| Poço Revestido | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. | | | | | | | |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> | Temporário <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |

Tabela 4 – Tampão de Material Alternativo

| Características | Critérios de Aceitação | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------|-------------|-------------|--|----------------|---|
| I. Descrição | Pasta de material alternativo que se solidifica e isola hidráulicamente o interior do poço. Estes materiais alternativos são as resinas ou outros materiais com características cimentícias que não o cimento Portland. | | | | | | |
| II. Funções | Prevenir o fluxo de fluidos provenientes da formação entre intervalos de formações distintas no interior do poço e/ou para a superfície do terreno/leito marinho. | | | | | | |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser elaborado um programa de cimentação para cada tampão a ser instalado. 2. O programa de cimentação deve ser verificado por pessoal qualificado (interno ou externo). 3. A formulação da pasta deve ser testada em laboratório em condições de poço representativas e com amostras de produtos sólidos e líquidos provenientes da locação. Os testes devem ser realizados, prioritariamente, para o tempo de espessamento e para o desenvolvimento da resistência à compressão. 4. Os tampões devem ser projetados para prover o isolamento a longo prazo sob condições estáticas e dinâmicas estimadas e carregamentos previstos para o período do abandono. 5. O tampão deve ser projetado para o maior diferencial de pressão e maior temperatura de fundo de poço esperados para o período do abandono, incluindo-se sua instalação e carregamentos de verificação. 6. Deve ser definido um volume mínimo de pasta que assegure uma pasta homogênea posicionada no poço considerando-se todas as contaminações possíveis da pasta desde a mistura até a sua colocação no poço. 7. O comprimento mínimo do tampão em poço aberto ou revestimento deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB. 8. O comprimento mínimo do tampão em poço aberto ou revestido deve ser de 60 m para que possa ser um Elemento de CSB Combinado. | | | | | | |
| IV. Verificação | <p>A posição e capacidade de vedação do tampão de material alternativo deve ser verificada por:</p> <table border="1" data-bbox="411 846 1477 1559"> <tr> <td data-bbox="411 846 603 902">Topo do Tampão</td> <td data-bbox="603 846 1477 902">Verificação</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 902 603 947">Poço Aberto</td> <td data-bbox="603 902 1477 947">Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 947 603 1559">Poço Revestido</td> <td data-bbox="603 947 1477 1559"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. </td> </tr> </table> | Topo do Tampão | Verificação | Poço Aberto | Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração. | Poço Revestido | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. |
| Topo do Tampão | Verificação | | | | | | |
| Poço Aberto | Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração. | | | | | | |
| Poço Revestido | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de peso de 10 a 15 klb para coluna de trabalho/perfuração ou máximo disponível a depender das características do flexitubo ou arame/cabo. 2. Aplicação da menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; c) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; d) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. <p>A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais.</p> <p>A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada desde que o tampão de cimento atenda todas as seguintes condições:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Posicionado em poço revestido; b) Acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão; c) Trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não está canhoneado ou não possui ponto de vazamento conhecido. | | | | | | |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |

Tabela 5 – Cimento em Anular

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | <p>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.</p> <p>Nota: A extensão de coluna de revestimento entre as válvulas flutuantes do colar e sapata flutuantes preenchida com pasta de cimento endurecida (<i>shoe track</i> cimentado) é definida na tabela 7.</p> |
| II. Funções | <p>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.</p> |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> O planejamento de cada operação de cimentação primária de revestimento/<i>liner</i> deve cobrir no mínimo os seguintes pontos: <ol style="list-style-type: none"> Isolamento da sapata atual, quando aplicável; Obtenção dos isolamentos hidráulicos requeridos respeitando a geometria do poço e as formações envolvidas; Análise da excentricidade da tubulação para obter o isolamento em toda a extensão necessária; Utilização de colchões espaçadores, lavadores e separadores mecânicos deve ser criteriosamente avaliada de modo a cumprir com os objetivos de compatibilidade química e reológica, inversão de molhabilidade e eficiência de remoção do fluido no anular requerida; Análise dos efeitos do diferencial de pressão hidrostático entre o interior e o exterior do revestimento/<i>liner</i>, ECD durante a cimentação e a perda de pressão hidrostática antes do posicionamento da pasta de cimento; Utilização de volumes e velocidades de bombeio dos colchões e pastas de cimento necessários para reduzir a contaminação da pasta de cimento pelo fluido contido no poço durante o deslocamento no anular; Evento de perda durante a cimentação e mitigações necessárias. O planejamento das demais operações de cimentação anular deve cobrir os mesmos pontos acima, exceto aquelas que não são aplicáveis ao cenário da operação. O programa de cimentação deve ser verificado pelo responsável pelo projeto do poço para operações de cimentação críticas, cenários em condições HPHT e projetos de pastas complexas/pastas espumadas. A formulação da pasta de cimento deve ser testada em laboratório em condições de poço representativas e com amostras de produtos sólidos e líquidos também representativas da locação. O teste deve informar o tempo de espessamento e a resistência compressiva da pasta. Os resultados do teste devem ser compatíveis com a duração e finalidade da cimentação. A extensão de anular cimentado deve: <ol style="list-style-type: none"> Permitir a utilização futura do poço (produção, desvios, recompletação e abandono, entre outras operações); Revestimento Condutor e Superfície: Ser definida baseada nos requisitos de integridade estrutural de modo a atender as condições de carregamento oriundas dos equipamentos de cabeça de poço e operações a serem realizadas; Permitir compor os CSBs previstos dos intervalos a isolar. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> A extensão anular cimentada deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> Perfis de avaliação de cimentação: Ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para verificação da qualidade da cimentação. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; Registros da operação de cimentação atestando a normalidade da operação (crescimento da pressão esperado ao final do deslocamento, controle dos volumes bombeados e retornados não indicando perda de circulação nem influxo, pastas e colchões misturados no peso específico de projeto, batida do plugue de topo no colar, vedação confirmada pelas válvulas flutuantes, teste de pressão indicando estanqueidade do revestimento na batida do plugue, etc). Nos casos de perda de circulação, deve ser documentado que o intervalo com perda está acima do topo planejado para a pasta de cimento. Um exemplo de documentação aceitável é o comparativo operacional de um poço de correlação no qual houve a ocorrência de uma perda semelhante e que obteve extensão suficiente verificada por perfil. O cimento em anular para constituir CSB deve atender aos seguintes critérios: <ol style="list-style-type: none"> Deve estar situada acima de um intervalo a isolar e nos intervalos necessários para constituição dos CSBs; Para constituição de 1 (um) CSB, deve ter extensão mínima de 60 m quando verificada pelos resultados da operação ou de 30 m quando verificada por perfil de avaliação da cimentação; Para constituição de CSB Combinado, deve ter extensão mínima de 120 m quando verificada pelos resultados da operação ou de 60 m quando verificada por perfil de avaliação da cimentação. <p>Qualquer pressurização do revestimento não deve ser realizada durante o processo de gelificação da pasta de cimento, apenas enquanto ela estiver fluida ou após adquirir a resistência compressiva adequada.</p> |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | <p>Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/></p> |

Tabela 6 – Material Alternativo em Anular

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Pasta de material alternativo 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. Estes materiais alternativos são as resinas ou outros materiais com características cimentícias que não o cimento Portland. |
| II. Funções | 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 com material alternativo. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <p>1. O planejamento de cada operação com material alternativo, deve cobrir, quando aplicável, os seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Isolamento da sapata atual, quando aplicável; b) Obtenção dos isolamentos hidráulicos requeridos respeitando a geometria do poço e as formações envolvidas; c) Análise da excentricidade da tubulação para obter o isolamento em toda a extensão necessária; d) Utilização de colchões espaçadores, lavadores e separadores mecânicos deve ser criteriosamente avaliada de modo a cumprir com os objetivos de compatibilidade química e reológica, inversão de molhabilidade e eficiência de remoção do fluido no anular requerida; e) Análise dos efeitos do diferencial de pressão hidrostático entre o interior e o exterior do revestimento/<i>liner</i>, ECD durante a operação e a perda de pressão hidrostática antes do posicionamento da pasta de material alternativo; f) Utilização de volumes e velocidades de bombeio dos colchões e pastas de material alternativo necessários para reduzir a contaminação da pasta pelo fluido contido no poço durante o deslocamento no anular; g) Evento de perda durante a operação e mitigações necessárias. <p>2. O programa da operação deve ser verificado pelo responsável pelo projeto do poço para operações com material alternativo.</p> <p>3. A formulação da pasta de material alternativo deve ser testada em laboratório em condições de poço representativas e com amostras de produtos sólidos e líquidos também representativas da locação. O teste deve informar o tempo de espessamento e a resistência compressiva da pasta. Os resultados do teste devem ser compatíveis com a duração e finalidade da operação.</p> <p>4. A extensão de anular com material alternativo deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Permitir a utilização futura do poço (produção, desvios, recompletação e abandono, entre outras operações); b) Permitir compor os CSBs previstos dos intervalos a isolar. |
| IV. Verificação | <p>1. A extensão anular com material alternativo deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Perfis de avaliação: Ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para verificação da qualidade do material alternativo no anular. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Registros da operação atestando a normalidade da operação (crescimento da pressão esperado ao final do deslocamento, controle dos volumes bombeados e retornados não indicando perda de circulação nem influxo, pastas e colchões misturados no peso específico de projeto, etc). Nos casos de perda de circulação, deve ser documentado que o intervalo com perda está acima do topo planejado para a pasta de material alternativo. Um exemplo de documentação aceitável é o comparativo operacional de um poço de correlação no qual houve a ocorrência de uma perda semelhante e que obteve extensão suficiente verificada por perfil. <p>2. O material alternativo em anular para constituir CSB deve atender aos seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Deve estar situada acima de um intervalo pertinente e nos intervalos necessários para constituição dos CSB; b) Para constituição de 1 (um) CSB, deve ter extensão mínima de 60 m quando verificada pelos resultados da operação ou de 30 m quando verificada por perfil de avaliação; c) Para constituição de CSB Combinado, deve ter extensão mínima de 120 m quando verificada pelos resultados da operação ou de 60 m quando verificada por perfil de avaliação. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | <p>Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/></p> |

Tabela 7 – Shoe Track Cimentado

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Trecho de revestimento entre a sapata e o colar flutuante preenchido com cimento. |
| II. Funções | Prevenir o fluxo de fluidos provenientes da formação para a superfície ou leito marinho pelo interior do revestimento. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser elaborado um programa para a cimentação primária do revestimento. 2. O programa de cimentação deve ser verificado por pessoal qualificado (interno ou externo) para operações de cimentação críticas, cenários em condições HPHT e projetos de pastas complexas. 3. A formulação da pasta de cimento deve ser testada em laboratório em condições de poço representativas e com amostras de produtos sólidos e líquidos provenientes da locação. O teste deve informar o tempo de espessamento e a resistência compressiva da pasta. Os resultados do teste devem ser compatíveis com a duração e finalidade da cimentação. 4. O cimento do <i>shoe track</i> deve ser projetado para prover o isolamento a longo prazo sob condições estáticas e dinâmicas estimadas e carregamentos previstos para o período do abandono. 5. O <i>shoe track</i> cimentado deve ser projetado para o maior diferencial de pressão e maior temperatura de fundo de poço esperados para o período do abandono, incluindo-se sua instalação e carregamentos de verificação. 6. Aplicação de sistemas de 2 plugues raspadores de fundo e de topo empacotando a pasta de cimento para minimizar a contaminação no <i>shoe track</i>. Em <i>liners</i>, devido à menor extensão de revestimento, não há necessidade de plugue raspador de fundo. 7. Utilização de válvulas flutuantes com a categoria de acordo com as condições do poço. 8. O comprimento mínimo do <i>shoe track</i> cimentado deve ser de 30 m. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> 1. Batidas do plugue raspador de fundo, exceto para <i>liner</i>, e de topo no colar flutuante de acordo com volumes previstos. Admite-se a não verificação de batida de um dos plugues, desde que haja constatação de topo de cimento no interior do revestimento e extensão mínima de 30 m. 2. Uma amostra de cimento pode ser coletada em superfície para ser utilizada como indicador do desenvolvimento da resistência compressiva do cimento. A amostra em superfície não replica as condições de pressão e temperatura do poço e, portanto, pode haver diferenças significativas da qualidade do cimento na superfície e no poço. 3. O <i>shoe track</i> deve ser verificado por aplicação de pressão positiva com a menor pressão dentre os valores abaixo: <ol style="list-style-type: none"> a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; b) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos; c) Limite de pressão do(s) plugue(s). 4. O <i>shoe track</i> cimentado deve ser verificado com o máximo diferencial de pressão esperado no sentido de fluxo para o período de abandono após a pega do cimento. A verificação não deve ser realizada durante o processo de gelificação da pasta de cimento, apenas enquanto ela estiver fluida ou após adquirir a resistência compressiva adequada. <p>Em poços terrestres a verificação do nível estático do fluido de abandono no poço é admissível para a verificação do <i>shoe track</i> cimentado no sentido de fluxo.</p> |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 8 – Formação Selante

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Formação perfurada e localizada adjacente ao material isolante no anular do revestimento/ <i>liner</i> ou no poço aberto. |
| II. Funções | Prover um isolamento hidráulico e permanente prevenindo o fluxo do interior do poço para a superfície, leito marinho ou outro intervalo do poço. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. A formação selante deve atender aos seguintes itens: a) Ser impermeável e sem potencial de fluxo; b) Estar afastada de zonas fraturadas ou falhas que possam levar ao fluxo cruzado ou a injeção para outros intervalos; c) A competência da formação deve ser suficiente para suportar a máxima pressão esperada para todo o período de abandono; d) Não deve ser afetada pelas mudanças na pressão do reservatório ao longo do tempo; e) Ser aderente ao material isolante posicionado no interior do poço ou anular do revestimento/ <i>liner</i> ; f) Caso a formação seja fluente e apresente aderência diretamente ao revestimento, o elemento deve ser projetado de acordo com a tabela 9 (Formação com Fluência). |
| IV. Verificação | A competência da formação selante deve ser verificada por um dos seguintes métodos: a) Teste de integridade de formação (FIT); b) Teste de absorção (LOT); c) Teste de absorção estendido (XLOT), caso a tensão horizontal mínima não seja conhecida; ou d) Modelo geomecânico calibrado do campo. A integridade da formação pode ser verificada através da extrapolação do LOT/FIT em profundidades diferentes no poço. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 9 – Formação com Fluência

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Formação que se deforma plasticamente em contato com a área externa do revestimento/ <i>liner</i> . |
| II. Funções | Prover o isolamento hidráulico e permanente ao longo do anular do revestimento, de forma a prevenir fluxo de fluido da formação e resistir às pressões aplicadas na sua parte superior e inferior. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. O intervalo mínimo de formação cumulativa deve ter extensão de 30 m. 2. A integridade da formação com fluência deve ser suficiente para suportar a máxima pressão esperada para todo o período de abandono. 3. O elemento deve ser capaz de suportar o máximo diferencial de pressão esperado por todo período de abandono. |
| IV. Verificação | 1. A posição e a extensão do elemento devem ser verificadas por perfis acústicos de aderência: a) Devem ser realizadas 2 (duas) medições com ferramentas independentes. As medições obtidas dos perfis devem prover dados de todo o perímetro do trecho investigado. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Os requisitos de resposta dos perfis devem ser estabelecidos antes da operação de perfilagem; c) A extensão mínima de contato deve ser de 30 m com 360° de aderência avaliada. 2. A integridade deve ser verificada com máximo diferencial de pressão esperado por todo período de abandono. 3. A integridade da formação deve ser verificada por um LOT na base do intervalo. O resultado deve estar de acordo com o valor esperado para a formação oriunda do modelo do campo (ver Tabela 8 – Formação Selante). 4. Se a formação com fluência de um poço for qualificada como elemento de CSB após verificação por perfilagem e por pressão, para os demais poços do campo é dispensada a verificação por pressão. O intervalo da formação deve ser lateralmente contínuo. O teste de pressurização é necessário se a resposta do perfil não for conclusiva ou se houver uma incerteza relacionada à similaridade geológica. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 10 – Coluna de Produção/Injeção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Coluna de elementos tubulares para produção/injeção. |
| II. Funções | 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. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <p>1. Os trechos da coluna de produção/injeção que compõem o CSB temporário devem atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) A coluna de produção/injeção deve garantir vedação ao maior diferencial de pressão esperado ao longo do período que o poço ficará abandonado;</p> <p>b) Vedação a gás;</p> <p>c) A metalurgia da coluna de produção/injeção deve ser compatível com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com os componentes da coluna de produção/injeção (por exemplo: salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono;</p> <p>d) A coluna deve suportar os carregamentos a que será submetida durante o período de abandono.</p> <p>2. Os cabos e linhas de controle/injeção química devem ser removidos nos trechos da coluna de produção/injeção que compõem o CSB permanente.</p> |
| IV. Verificação | Os trechos da coluna de produção/injeção que compõem o CSB temporário devem ser verificados com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 11 – Suspensor da Coluna de Produção/Injeção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Os trechos da coluna de produção/injeção que compõem o CSB temporário devem ser verificados com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. |
| II. Funções | <p>1. Suportar o peso da coluna de produção/injeção.</p> <p>2. Prover isolamento entre o bore de produção/injeção e o anular coluna e revestimento.</p> <p>3. Fazer as interfaces entre o poço e ANM: coluna de produção/injeção x bore de produção/injeção da ANM, anular coluna x revestimento e o bore de anular da ANM.</p> <p>4. Permitir a conexão com a árvore de natal pelos stabs.</p> <p>5. Permitir a instalação de plugue para isolamento do bore de produção/injeção e, a depender das características construtivas, prover perfil para plugue no bore anular.</p> <p>6. Possibilitar o travamento e destravamento na BAC, BAP, ANMH ou Cabeça de Poço.</p> <p>7. Permitir o teste do BOP a partir de manobra de ferramenta específica para tal.</p> <p>8. Possibilitar a passagem de linhas hidráulicas e/ou cabos.</p> |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <p>1. Ser compatível com a temperatura, pressões internas e externas, trações e outros esforços gerados durante operação de intervenção e período de abandono.</p> <p>2. O Suspensor de Coluna é constituído basicamente de corpo, camisa externa, anel de travamento e anel de vedação.</p> <p>3. O Suspensor de Coluna deve ser equipado com:</p> <p>a) Bore de produção/injeção e, a depender das características construtivas, bore de anular;</p> <p>b) Conexão com a coluna de produção/injeção;</p> <p>c) Passagem para linhas hidráulicas e/ou cabos de acordo com o projeto;</p> <p>d) Mecanismo de travamento e vedações para direcionamento apropriado dos fluxos;</p> <p>e) Perfil para conexão com a árvore de natal, ferramenta de travamento/destravamento e teste de BOP.</p> <p>4. Permitir a retirada da coluna de produção/injeção pela camisa externa.</p> |
| IV. Verificação | <p>1. As interfaces com outros equipamentos, como cabeça de poço, BAP, BAC, coluna de produção/injeção e linhas de acesso <i>downhole</i> devem ser verificadas com a máxima pressão esperada para o período de abandono.</p> <p>2. O travamento do Suspensor de Coluna deverá ser confirmado com tração durante a operação de instalação.</p> |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 12 – Tampão Mecânico da Coluna de Produção/Injeção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | <p>O tampão mecânico é composto por 3 partes principais:</p> <p>a) Trava: Elemento mecânico com função de ancorar o tampão mecânico no interior da coluna de produção/injeção e promover vedação com as paredes do tubo ou perfil onde está assentado. Pode ser assentada em perfis específicos (nipples) ou no interior de um tubo de produção (trava nippleless);</p> <p>b) Sub de equalização: Elemento mecânico conectado à trava, que possui um ou mais furos para permitir equalização das pressões acima e abaixo do tampão mecânico;</p> <p>c) Dispositivo de equalização: Elemento mecânico que, quando assentado (ou fechado), isola os furos de equalização, impedindo fluxo pelo interior do tampão mecânico. Ao desassentá-lo (ou abri-lo), os furos de equalização são expostos e permitem comunicação entre as pressões acima e abaixo do tampão mecânico, facilitando o posterior desassentamento da trava. Esse dispositivo pode ser uma haste com selos externos (mais usual) ou uma válvula.</p> |
| II. Funções | Impedir fluxo pelo interior da coluna de produção/injeção em ambos os sentidos (formação x meio externo e vice-versa). |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <p>1. Travas para assentamento em perfis (nipples) devem atender à norma API 14L. O projeto deve ter grau de validação V1 e o controle de qualidade deve atender ao grau Q1 dessa mesma norma.</p> <p>2. Travas para assentamento em tubo de produção (nippleless) devem atender à norma API 11D1. O projeto deve ter grau de validação V1, ou V0 caso haja gás livre na profundidade do plugue. O controle de qualidade deve atender ao grau Q1 dessa mesma norma.</p> <p>3. O tampão deve suportar o máximo diferencial de pressão previstos para o período de abandono.</p> <p>4. Os materiais do tampão mecânico devem resistir às temperaturas do meio e à composição dos fluidos contidos pelo tampão (por exemplo: salmoura, H₂S e CO₂) durante todo o período de abandono.</p> <p>5. Deve ter um dispositivo que permita a equalização controlada das pressões acima e abaixo do corpo do tampão.</p> |
| IV. Verificação | <p>1. A ancoragem da trava deve ser verificada com a tração recomendada pelo fabricante.</p> <p>2. O tampão deve ser verificado na direção do fluxo natural do poço com máximo diferencial de pressão esperado por todo período de abandono.</p> <p>3. A verificação pode ser feita no sentido oposto caso a verificação no sentido do fluxo natural do poço não seja viável ou seja pouco representativo (por exemplo: tampão mecânico assentado sobre um CSB já testado ou tampão mecânico assentado abaixo de coluna de fluido que garantirá overbalance durante todo o período de abandono).</p> |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | <p>Permanente <input type="checkbox"/></p> <p>Temporário <input checked="" type="checkbox"/></p> |

Tabela 13 – Componentes da Coluna de Produção/Injeção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | <p>Qualquer acessório ou equipamento integrado à coluna de produção/injeção para desempenhar uma função específica durante a vida produtiva do poço (por exemplo: mandris, nipples e linhas de controle). Obs: Essa tabela não inclui tubos de produção nem válvulas de segurança, que serão tratados em tabelas específicas.</p> |
| II. Funções | Os componentes da coluna de produção podem desempenhar funções diversas durante a vida produtiva do poço, como por exemplo: garantia de escoamento (inibição de incrustação, parafina), inibição de fluidos tóxicos (injeção de sequestrante de H ₂ S), elevação artificial (acessórios de gas lift, bomba centrífuga de subsuperfície), medições de pressão e temperatura, entre outras funções |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <p>Os componentes da coluna de produção/injeção que compõem o CSB temporário devem atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) Os componentes devem garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período que o poço ficará abandonado;</p> <p>b) Os materiais metálicos e não-metálicos devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com os componentes da coluna de produção/injeção (por exemplo: salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono.</p> |
| IV. Verificação | Os componentes que atuarão como elementos de CSB deverão ser verificados com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | <p>Permanente <input type="checkbox"/></p> <p>Temporário <input checked="" type="checkbox"/></p> |

Tabela 14 – Liner Packer/Tie-back Packer

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Este elemento consiste de um corpo tubular com um elemento de vedação anular externo que é ativado durante a sua instalação. |
| II. Funções | Sua finalidade é prover vedação hidráulica no anular entre o revestimento anterior e o <i>liner</i> , prevenindo fluxo dos fluidos da formação e impedir a transmissão de pressão vinda de cima ou debaixo do elemento. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. O <i>liner packer/tie-back packer</i> deve ser qualificado e testado de acordo com requisitos estabelecidos em padrões reconhecidamente aceitos (por exemplo ISO 14310). 2. O <i>liner packer/tie-back packer</i> deve ser projetado para os máximos esforços e máxima temperatura de fundo estimada durante sua instalação e o período do abandono. Na estimativa da vida útil do <i>liner packer/tie-back packer</i> devem ser consideradas outras condições de fundo de poço possíveis, tais como presença de fluidos da formação, H ₂ S, CO ₂ , etc. |
| IV. Verificação | Deve ser verificado com pressão acima do <i>packer</i> ou testado (pressão no sentido de fluxo). Aplicar a menor pressão dentre os valores abaixo: a) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata ou acima da resistência de trecho de poço aberto com potencial de perda de integridade; b) Pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos expostos. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 15 – Packer de Produção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Este equipamento consiste de um dispositivo para ancoragem em revestimento/ <i>liner</i> e de um elemento de vedação anular que é ativado durante sua instalação. |
| II. Funções | Impedir fluxo pelo anular entre coluna e revestimento de produção, em ambos os sentidos (formação x espaço anular e vice-versa). |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. O <i>packer</i> deve garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 2. Os materiais metálicos e não-metálicos devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com o <i>packer</i> (por exemplo: salmoura, H ₂ S e CO ₂) durante o período de abandono. |
| IV. Verificação | Deve ser testado no sentido de fluxo com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono, sempre que factível. Alternativamente, o <i>packer</i> pode ser verificado no sentido oposto. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 16 – Barreira Mecânica de Anular Metal-elastomérica (BMA)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | É um elemento formado por uma ou mais camisas metálicas que possuem externamente elementos selantes elastoméricos que são ativados na instalação. |
| II. Funções | A finalidade da BMA é prover: a) Vedação no anular do revestimento de produção; b) Evitar fluxo entre o interior da coluna de revestimento e o anular. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. A BMA deve ser qualificada e testada de acordo com requisitos estabelecidos em padrões reconhecidamente aceitos (por exemplo ISO 14310). 2. A BMA deve suportar todos os esforços previstos ao longo do ciclo de vida do poço que são: máximo diferencial de pressão, máxima temperatura da formação, máxima carga axial (tração e compressão). 3. Outras condições específicas como fluidos da formação, contaminantes existentes (H ₂ S, CO ₂ , etc.) devem ser considerados na estimativa da vida útil da BMA. 4. Deve ser instalada em trecho de poço compatível com sua expansão e com o máximo diferencial de pressão previsto para o período de abandono. |
| IV. Verificação | 1. A BMA deve ser verificada na direção do fluxo natural do poço com máximo diferencial de pressão esperado por todo período de abandono. 2. A verificação pode ser feita no sentido oposto caso a verificação no sentido do fluxo natural do poço não seja viável 3. O valor da pressão de verificação da BMA deve considerar os valores abaixo: a) Deve ser inferior à pressão de verificação do revestimento anterior; b) Deve ser inferior à pressão de colapso do revestimento de produção; c) Deve ser superior à pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, da formação exposta; Caso não seja possível verificar a BMA mediante aplicação de pressão, o elemento pode ser verificado pelos parâmetros operacionais durante sua instalação. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 17 – Válvula de Dupla Vedação (VDV)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Válvula balanceada encontrada no anular de determinados tipos de suspensores da coluna de produção normalmente fechada e aberta por stab localizado na THRT ou ANM. |
| II. Funções | 1. Prover isolamento hidráulico entre o anular da coluna e revestimento de produção e o leito marinho, no sentido ascendente quando em posição fechada. 2. Permitir confirmação de fechamento por pressão no sentido descendente e acesso hidráulico quando em posição aberta. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. A VDV deve ser projetada para os máximos esforços previstos para o período de abandono, temperatura do leito marinho e presença de contaminantes da formação. 2. A VDV deve ser projetada para fechar e prover isolamento do anular no sentido ascendente quando houver recolhimento do stab da THRT ou ANM. 3. O elemento deve permitir confirmação de pressão no sentido descendente de modo inferir que a válvula se encontra na posição fechada provendo isolamento entre anular da coluna e revestimento de produção e o leito marinho. |
| IV. Verificação | Após recolhimento do stab retrátil da THRT ou manobra de ferramenta específica, a VDV deve ser verificada por um dos seguintes métodos: a) Teste no sentido de fluxo com aplicação de máxima pressão esperada para o período do abandono no anular da coluna e revestimento de produção; b) Caso não seja possível aplicar a máxima pressão diferencial no anular no sentido ascendente, confirmar fechamento da válvula com pressão no sentido descendente. Caso a verificação de pressão seja efetuada utilizando critérios volumétricos, as pressurizações de referência com a válvula ainda em posição aberta e após o fechamento da mesma devem ser conduzidas com registro criterioso dos volumes retornados e bombeados. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 18 – Válvula de Isolamento da Formação

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Elemento tubular contendo um dispositivo para isolar a formação e o interior da coluna de produção/injeção. Esse dispositivo geralmente é do tipo fail as is e pode ser atuado mecânica ou hidráulica (por exemplo: VIF, VHIF, camisas deslizantes). |
| II. Funções | Impedir fluxo de fluidos entre a formação e o interior da coluna de produção/injeção, em ambos os sentidos (formação x superfície e vice-versa). |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. Deve garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 2. Os materiais metálicos e elastômeros devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com a válvula (por exemplo: salmoura, H2S e CO2) durante o período de abandono |
| IV. Verificação | Deve ser testada no sentido de fluxo com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono, sempre que factível. Alternativamente, a válvula pode ser verificada no sentido oposto |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 19 – Válvula de Acesso Anular da Cabeça de Poço

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Equipamento para acesso e monitoramento do anular do poço. |
| II. Funções | Sua finalidade é prover controle de abertura e fechamento e monitoramento do anular do poço. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. O ponto de acesso e a válvula deve ter classe de pressão igual ou superior ao conjunto cabeça de poço/árvore; 2. A válvula deve: a) Ser projetada, qualificada, testada e fabricada de acordo com padrões reconhecidos pela indústria; b) Ter capacidade de vedar o fluido do anular. 3. Quando utilizada em combinação com a injeção anular (por exemplo, gas lift) no poço, a válvula deve ser: a) Controlada na superfície; b) É recomendado que os efeitos de ciclos de baixa temperatura sejam levados em consideração. 4. A válvula deve ser dimensionada de forma compatível com tipo de fluido, temperatura e com a máxima pressão esperada do anular do poço. |
| IV. Verificação | A válvula deve ser verificada no sentido de fluxo com a máxima pressão esperada no período de abandono por uma das seguintes maneiras: a) Em conjunto com a verificação do packer de produção ou o revestimento pelo anular; b) Durante a vida do poço, com anular estanque, essa válvula pode ser verificada por outro acesso; c) Em poços de gas-lift pode ser verificada pelo bloqueio do gás; d) Em conjunto com o teste do BOP. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 20 – Dispositivo de Segurança de Sub Superfície (DSSS)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Elemento que se conecta à coluna de produção/injeção contendo uma válvula <i>fail safe close</i> . Essa válvula pode ser atuada remotamente ou pode ser aberta por fluxo (válvulas de segurança de injeção). |
| II. Funções | Impedir fluxo de fluidos da formação para o meio externo, pelo interior da coluna de produção/injeção. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve garantir vedação em baixa pressão (300-500 psi). 2. Deve garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 3. Os materiais metálicos e elastômeros devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com a válvula (por exemplo: salmoura, H2S e CO2) durante o período de abandono. 4. Não deve ser posicionada em profundidade com potencial risco de colisão. |
| IV. Verificação | Verificar o DSSS no sentido do fluxo formação x meio externo, com baixa pressão (300-500 psi de diferencial de pressão) e monitorar a pressão de teste estabilizada. Após o teste recomenda-se trapear uma pressão abaixo da DSSS que garanta um diferencial de pressão mínimo de 500 psi na <i>flapper</i> durante o período de abandono, com o intuito de energizar seus selos de vedação e aumentar a probabilidade de vedação. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 21 – Válvula de Segurança do Anular

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|---|
| I. Descrição | Consiste de um elemento tubular com elemento de vedação que pode ser ativado para isolar o anular do poço. |
| II. Funções | Tem a função de: <ol style="list-style-type: none"> a) Evitar o fluxo de fluido pelo anular entre a coluna e revestimento de produção; b) Prover uma vedação do anular entre coluna e revestimento de produção. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. O elemento de vedação deve possuir os mesmos requisitos do <i>packer</i> de produção. 2. Deve suportar a máxima pressão esperada no período de abandono. 3. Deve ser instalado abaixo do <i>kick-off point</i> do poço de modo a permitir a possibilidade de fechamento abaixo do ponto de potencial colisão. 4. A vedação da válvula deve ser calculada de acordo com a maior densidade de fluido no anular. |
| IV. Verificação | Deve ser testado no sentido do fluxo em baixa pressão e com a máxima pressão de esperada no período de abandono do poço. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 22 – Válvula de Retenção

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | O elemento consiste num dispositivo de contenção a perda, que possui mecanismo de equalização de pressão, vedação metal-metal através de esfera e sede e vedações elastoméricas e pescoço de pescaria para instalação/retirada. Pode ser assentada em perfis específicos (<i>nipples</i>) ou no interior de um tubo de produção (trava <i>nippleless</i>). |
| II. Funções | Prevenir o fluxo descendente na coluna de produção/injeção e em conjunto com o fluido de completção com peso adequado evitar o fluxo não intencional do fluido da formação para o meio externo. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser projetada para suportar o máximo diferencial de pressão esperado para o período do abandono. 2. Deve ser posicionada numa profundidade tal que a pressão hidrostática acima da válvula, exercida pelo fluido de completção no poço, seja superior à máxima pressão interna potencial logo abaixo da válvula, durante o período de abandono. 3. Os materiais metálicos e elastômeros devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com a válvula de retenção (por exemplo: salmoura, H2S e CO2) durante o período de abandono. 4. A margem de segurança de riser deverá ser considerada para o cálculo do peso do fluido a ser posicionado no poço acima da válvula de retenção. 5. Deve ter um mecanismo que permita a equalização controlada das pressões acima e abaixo. |
| IV. Verificação | A estanqueidade da válvula deve ser verificada aplicando o máximo diferencial de pressão esperado para o período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 23 – Bridge Plug Permanente, Bridge Plug Recuperável, Cement Retainer e Packer de Abandono

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | 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. |
| II. Funções | 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). |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deve garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 2. Deve manter-se ancorado à tubulação de assentamento na condição de maior carregamento axial prevista no período de abandono. 3. Os materiais metálicos e elastômeros devem ser compatíveis com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato com esse elemento de CSB (por exemplo: salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono. 4. Deve ser qualificado e testado em conformidade com os requerimentos da norma ISO 14310 V1 ou V0 caso haja possibilidade de gás livre na profundidade de assentamento do elemento. |
| IV. Verificação | Deve ser testado no sentido de fluxo com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono, sempre que factível. Alternativamente, o elemento pode ser verificado no sentido oposto. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 24 – Cabeça de Poço

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Consiste de um elemento com selos de vedação e suspensores de revestimento com conjuntos de vedação, podendo ter válvulas de acesso ao anular. |
| II. Funções | 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. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. A pressão de trabalho de cada fase da cabeça de poço deve ser superior à máxima pressão de fechamento esperada para a fase. Deve ser projetada para suportar todos os esforços previstos para o período do abandono. 2. Para cabeça de poço de completação seca deve haver acesso a todos os anulares para facilitar o monitoramento das pressões dos anulares e a injeção/drenagem de fluidos. 3. O suspensor de revestimento deve estar travado, seja pelo packoff ou mecanismo adicional de travamento, para assegurar a integridade do elemento de vedação durante período de abandono. |
| IV. Verificação | O corpo da cabeça de poço, acessos aos anulares com as válvulas e o conjunto de vedações devem ser verificados com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 25 – Base Adaptadora de Produção (BAP)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | O elemento consiste de um adaptador entre a cabeça do poço e a ANM, conector hidráulico e válvulas de acesso ao anular do poço. |
| II. Funções | Sua função é prover um suporte mecânico para o suspensor e coluna de produção, conexão para assentamento do BOP e ANM, permitir acesso ao anular entre a coluna e revestimento de produção e evitar o fluxo de hidrocarbonetos para o meio ambiente. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. A pressão de trabalho da BAP deve ser superior à máxima pressão de fechamento esperada do poço. Deve ser projetada para suportar todos os esforços previstos para o período do abandono. 2. Deverá haver acesso ao anular entre a coluna e revestimento de produção para facilitar o monitoramento da pressão de anular e injeção/despressurização de fluidos, exceto nos casos em que este acesso é realizado pelo suspensor da coluna de produção. |
| IV. Verificação | O corpo, anel de vedação entre a BAP e cabeça do poço e válvulas de acesso ao anular devem ser verificados com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 26 – Base Adaptadora de Completação (BAC)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | O elemento consiste de um adaptador entre o sistema de cabeça de poço do tipo <i>mudline</i> e a ANM, com alojador de alta pressão ou conector para Plataforma Autoelevatória no seu perfil superior e com válvula de acesso ao anular coluna e revestimento de produção. |
| II. Funções | Sua função é prover um suporte mecânico para o suspensor e coluna de produção, conexão para assentamento do BOP ou ANM, ou conexão do revestimento condutor e <i>landing</i> sub no caso de PA, possibilitar o acesso ao anular coluna e revestimento de produção e evitar o fluxo de hidrocarbonetos para o meio ambiente. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. A BAC deve ser assentada e travada sobre a cabeça de poço submarino do tipo <i>mudline</i>, promover vedação entre os revestimentos e permitir a instalação da ANM e TH. 2. Deve permitir acesso com sonda por um dos métodos a seguir: <ol style="list-style-type: none"> a) No caso de acesso ao poço com sonda flutuante, deve permitir o assentamento do BOP submarino no perfil superior para instalação e retirada do TH e operações no interior do revestimento de produção; b) No caso de acesso ao poço com sonda PA, deve permitir o travamento do revestimento condutor no perfil superior e <i>landing</i> sub no perfil interno para instalação e retirada do TH e operações no interior do revestimento de produção. O revestimento condutor junto com o cabeçal de perfuração permitirá interligação do BOP de superfície. 3. A pressão de trabalho da BAC deve ser superior à máxima pressão esperada para todo o período de abandono. Deve ser projetada para suportar todos os esforços previstos para o período do abandono. 4. Deve ter acesso ao anular coluna e revestimento de produção para facilitar o monitoramento da pressão do poço e injeção/despressurização de fluidos. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante etapa de instalação da ANM, as interfaces com outros equipamentos, como sistema de cabeça de poço, BAP, BAC, linhas de fluxo ou Tree Cap, devem ser testadas com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 2. O travamento da ANM deverá ser confirmado com tração quando houver acesso ao poço com sonda ou barco. 3. As válvulas da ANM devem ser verificadas com baixa e alta pressão, até o máximo de pressão diferencial previsto para o período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 27 – Árvore de Natal Molhada (ANM)

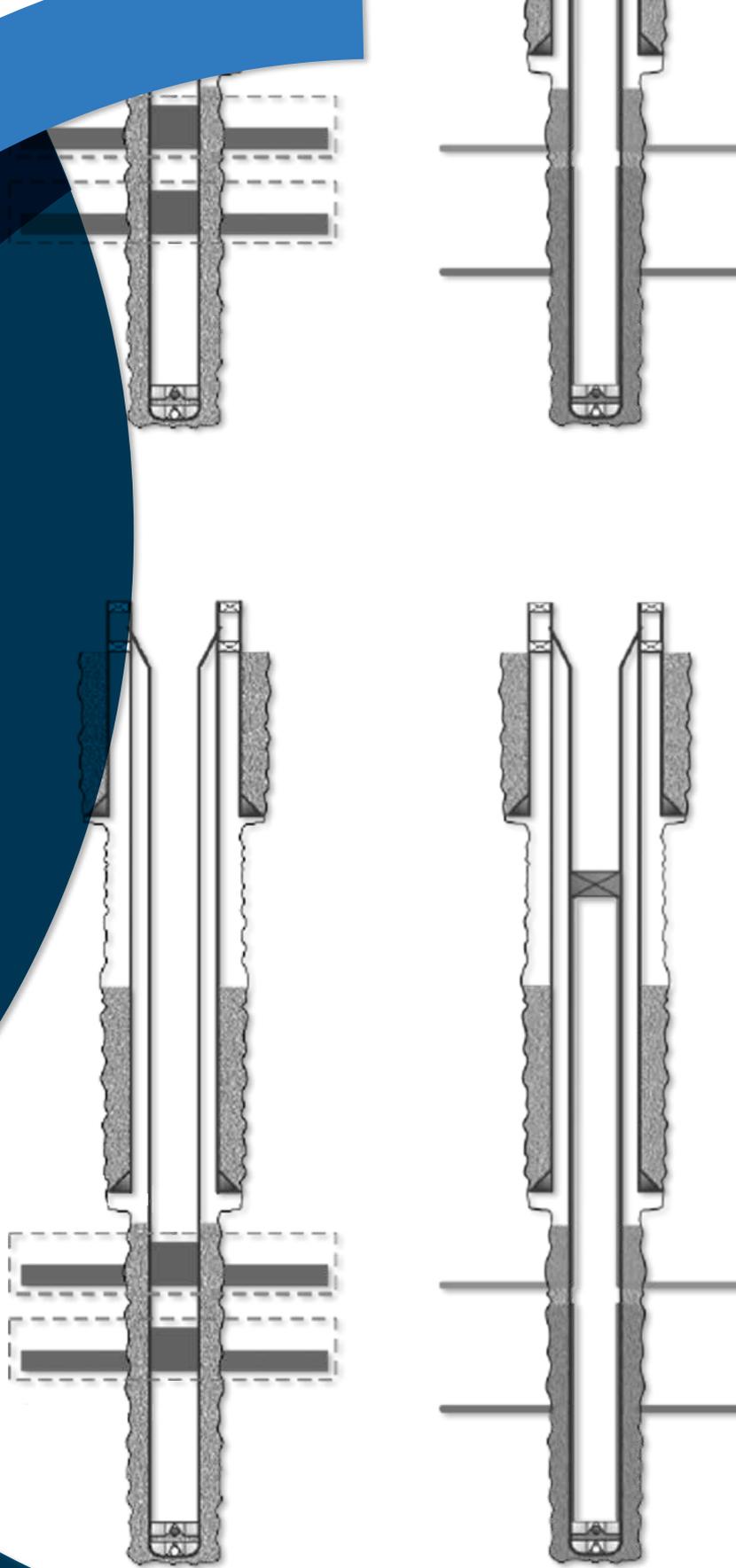
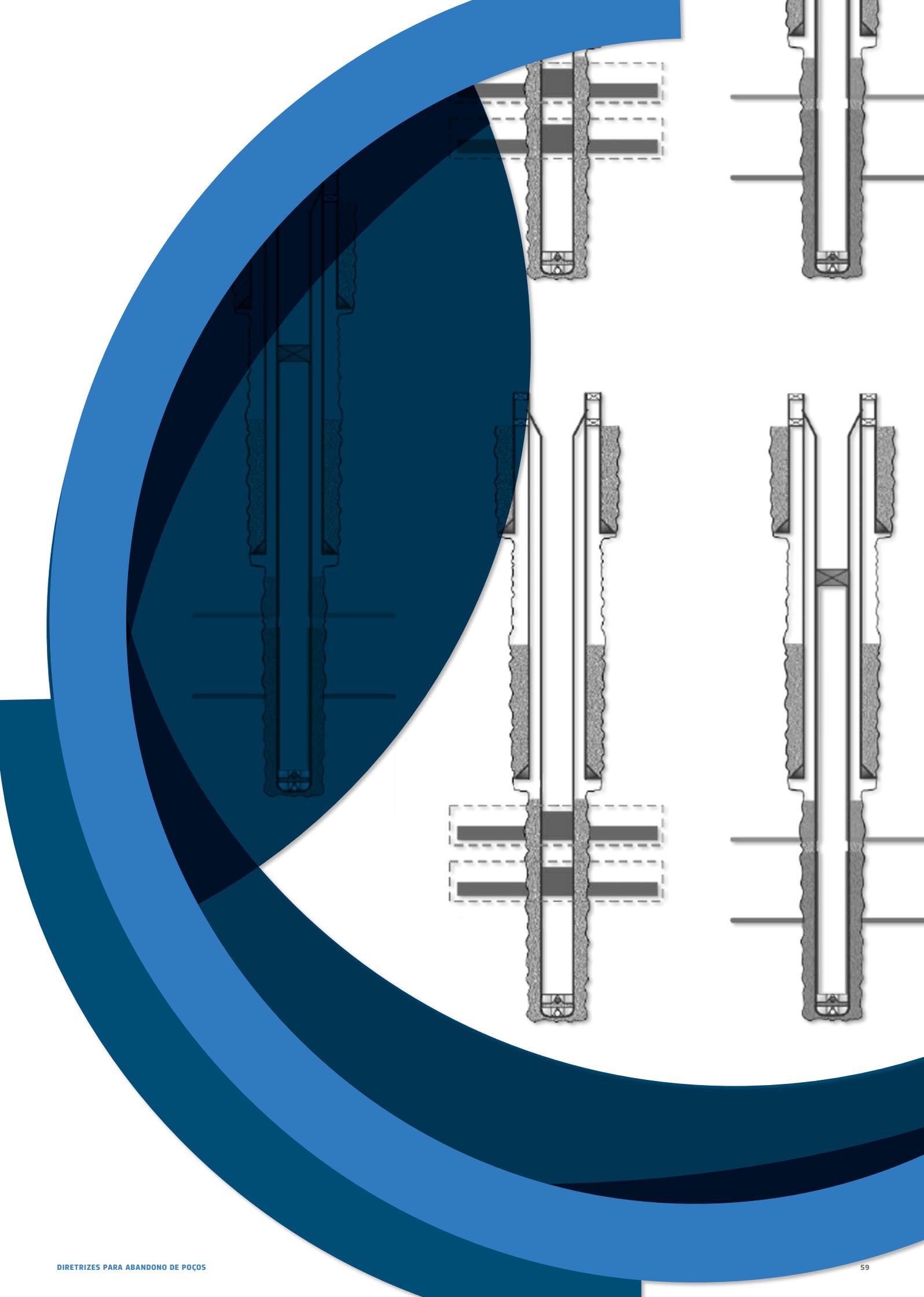
| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | A árvore de natal molhada (ANM) é um equipamento constituído por válvulas, sistema de controle e linhas de fluxo com a finalidade de controlar a produção e/ou injeção de fluidos no poço. A ANM pode ser classificada em: ANM Horizontal e ANM Vertical. |
| II. Funções | <ol style="list-style-type: none"> 1. Prover conexão com a cabeça de poço submarino, base adaptadora de produção ou base adaptadora de completação. 2. Permitir intervenção a partir do acoplamento de BOP para ANM Horizontal e de TRT para ANM Vertical através do perfil superior. 3. Possibilitar acesso mecânico e hidráulico à coluna de produção e acesso hidráulico ao anular. 4. Pode prover, dependendo de suas características construtivas, sensores para o monitoramento de pressão e temperatura. 5. Prover interfaces com as linhas submarinas de produção/injeção e de acesso ao anular e umbilical de controle e injeção. 6. Possibilitar a interrupção do fluxo na coluna de produção/injeção e no anular entre coluna e revestimento por meio de fechamento de válvulas. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | <ol style="list-style-type: none"> 1. Os conectores hidráulicos da ANM devem possuir sistema de travamento positivo (mantendo o equipamento conectado sem a necessidade pressão assistida), linha de controle para teste do anel de vedação e sistema de destravamento. 2. Ser compatível com pressões internas e externas, trações, momentos fletores e outros esforços gerados durante operação de intervenção e período de abandono. 3. A ANM deve ser equipada com no mínimo: <ol style="list-style-type: none"> a) Válvulas do tipo <i>master</i> nos <i>bores</i> de produção e anular; b) Válvulas tipo <i>wing</i> nos <i>bores</i> de produção e anular; c) Válvulas do tipo <i>swab</i> em ANM Verticais e perfis para plugues de produção em ANM horizontais; d) Válvulas de isolamento para as linhas de controle de acesso ao bloco e do poço. 4. Possuir painel de operação para atuação de válvulas com ROV ou interface para atuação com mergulhador - válvulas do tipo <i>diver operated</i> ou <i>diver assisted</i>. |
| IV. Verificação | <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante etapa de instalação da ANM, as interfaces com outros equipamentos, como sistema de cabeça de poço, BAP, BAC, linhas de fluxo ou <i>Tree Cap</i>, devem ser testadas com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. 2. O travamento da ANM deverá ser confirmado com tração quando houver acesso ao poço com sonda ou barco. 3. As válvulas da ANM devem ser verificadas com baixa e alta pressão, até o máximo de pressão diferencial previsto para o período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

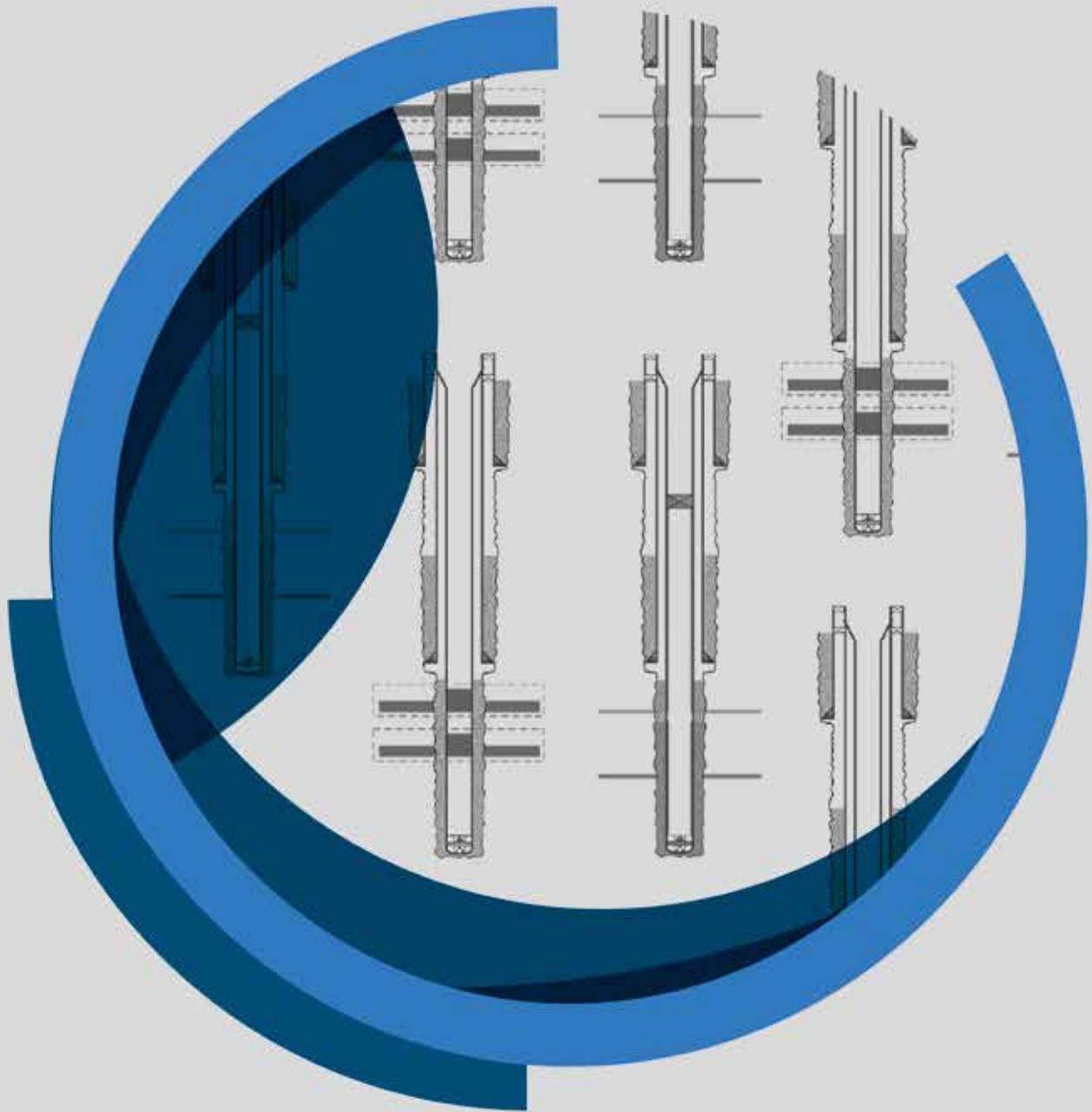
Tabela 28 – Árvore de Natal Convencional (ANC)

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | 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. |
| II. Funções | 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. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | A ANC deve ser compatível com tipo de fluido, temperatura e com a máxima pressão esperada do poço. 1. Para poços surgentes, a ANC deve ser equipada, no mínimo, com válvula de produção no caminho de fluxo principal do poço, válvula swab (não se aplica a árvore de natal horizontal) e válvula mestra. 2. Para poços não surgentes, a ANC deve ser equipada, no mínimo, com válvula de produção. |
| IV. Verificação | As válvulas devem ser verificadas com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono. No momento da instalação, a conexão entre a ANC e a cabeça do poço deve ser verificada com a máxima pressão esperada no período de abandono. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |

Tabela 29 – Válvula de Isolamento de Superfície

| Características | Critérios de Aceitação |
|-------------------------------------|--|
| I. Descrição | Válvula de bloqueio instalada em poço terrestre, enquanto se aguarda a conclusão do mesmo, posicionada no último carretel de perfuração descido (poço com <i>liner</i>), na cabeça de produção (revestimento de produção até a superfície) ou na extremidade do revestimento. Neste último caso, o poço permanece sem a cabeça de produção e a válvula é enroscada diretamente no revestimento. |
| II. Funções | 1. Atuar como um elemento de CSB capaz de manter o poço fechado prevenindo o fluxo não intencional de fluidos da formação para o ambiente externo. 2. Permitir despressurizações ou injeções ao poço e a instalação de dispositivos para tomada de pressão. |
| III. Projeto / Construção / Seleção | 1. Deve possuir a mesma classe de pressão ou superior que os demais equipamentos de superfície do poço e pode ser aberta a qualquer momento. 2. Deve ser compatível com tipo de fluido, temperatura e com a máxima pressão esperada do poço. |
| IV. Verificação | Deve ser testada no sentido de fluxo com o máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período de abandono, sempre que factível. Alternativamente, a válvula pode ser verificada no sentido oposto. |
| V. Tipo de Abandono Aplicável | Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/> |





ibp.org.br

IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
Av. Almirante Barroso, 52 - 21º e 26º andares | RJ
Tel.: 55 (21) 2112-9000 | ibp.org.br