



DIRETRIZES PARA ABANDONO DE POÇOS

2ª Edição – Novembro de 2022

Este documento foi elaborado para auxílio ao cumprimento dos requisitos de abandono do Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) e está alinhado às boas práticas internacionais estabelecidas em documentos como a Norsok D-010 (2021) e a Oil & Gas UK – Well Decommissioning Guidelines (Issue 6, 2018).

Copyright © 2022 Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP)

Todos os direitos reservados ao Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP).

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9610/98 (Lei de Direitos Autorais).

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pela biblioteca do Centro de Informação e Documentação Hélio Beltrão – IBP

159 Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
Diretrizes para abandono de poços / Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Associação Brasileira de Empresas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. – Rio de Janeiro: IBP, 2022.
127 p. : il. color. ; 2 MB. - (Caderno de boas práticas de E&P)
Formato: e-book em PDF.
Modo de acesso: www.ibp.org.br/biblioteca
ISBN: 978-65-88039-14-4
1. Indústria petrolífera. 2. Campos petrolíferos – Descomissionamento.
3. Poços de petróleo. I. IBP. II. Associação Brasileira de Empresas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. III. ABEP. IV. Título.

CDD 622.338

www.ibp.org.br



IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
Avenida Almirante Barroso, 52 - 21º e 26 andares
Centro, Rio de Janeiro-RJ – CEP: 20031-918
Tel.: (+55 21) 2112-9000

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

Francisco Raulino Filho

Gabriel Navarro

Guilherme Silveira

Jacques Salies

Joseir Percy (ilustrações)

Juliana Padrão

Luiz Sérgio Nascimento

Marcelo Matos (Coordenador do GT)

Mauro Rausis

Rafael Purificação

Rosane Bonelli

Salomão Costa

Samille Macedo

Suelen Aquino

Thiago Monte

APRESENTAÇÃO

O Comitê de Poços (Drilling & Wells Committee) do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (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 aos 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 Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (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 essa 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 à 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; 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 Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (RT SGIP), 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, havendo possibilidade prevista de pleito de prorrogação por, no máximo, igual período.

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 ultraprofundas), 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 6 (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.

Em 2018, com o aumento de escopo do técnico relativo à integridade durante todo o ciclo de vida dos poços destinados às atividades de Exploração e Produção (E&P), o D&W teve seu nome alterado para Comitê Técnico de Operações do IBP.

Em abril de 2021, com a constituição do novo GT de Abandono, ocorreu a primeira reunião para apresentação das propostas de alteração da primeira edição das Diretrizes para Abandono de Poços, publicada em 2017, capturando a percepção das Operadoras acerca da evolução da área e alinhamento com as publicações da indústria. Ao longo dos meses de junho e julho, foi elaborada a minuta contendo as alterações indicadas pelas operadoras.

Entre os meses de agosto a novembro de 2021, a equipe técnica da ANP/SSM teve acesso à minuta, permitindo conhecimento prévio do entendimento das Operadoras sobre a atualização e a melhoria das práticas de abandono transcorridas entre os anos de 2017 e 2021. Em dezembro de 2021, foi realizado Workshop entre equipe técnica da ANP/SSM, GT de Abandono e Comitê Técnico de Operações do IBP, ocasião em que foram recebidos e tratados os comentários e as sugestões do regulador.

Com a aprovação do documento pelo Comitê Técnico de Operações do IBP, a segunda versão das Diretrizes para Abandono de Poços foi publicada em novembro de 2022.

SUMÁRIO

Apresentação	4
1. Introdução	19
2. Diretrizes gerais de abandono	20
2.1 Identificação de intervalos com potencial de fluxo, aquíferos e isolamentos necessários	22
2.1.1 Intervalos com potencial de fluxo	22
2.1.2 Aquíferos	23
2.2 Análise dos isolamentos necessários	24
2.2.1 Admissibilidade de fluxo e características das barreiras	25
2.3 Projeto de abandono	25
2.3.1 Projeto de abandono temporário	26
2.3.2 Projeto de abandono permanente	26
3. Abandono temporário de poços	27
3.1 Desconexão de emergência e desconexão operacional	27
3.2 Classificações de abandono temporário	28
3.3 CSB temporário	29
3.4 Elementos de CSB temporário	29
3.5 Requisitos de CSB temporário	29
3.6 Cenários típicos de abandono temporário	30
4. Abandono permanente de poços	38
4.1 CSB permanente	38
4.2 Materiais para elementos de CSBs permanentes	39
4.3 Requisitos de elementos de CSBs permanentes	40
4.3.1 Requisitos de posicionamento	40
4.3.2 Requisitos de extensão	42
4.3.2.1 Extensão reduzida de elementos e/ou CSB	43

4.3.3	Requisitos para poço aberto	45
4.3.4	Requisitos para poço revestido	47
4.4	Cenários típicos de abandono permanente	50
5.	Situações particulares	56
5.1	Desvio de poço	56
5.2	Poços horizontais ou de alta inclinação (poços > 70°)	
5.3	Poços multilaterais	57
5.4	Intervalos rasos sobrepessurizados e poços de investigação	57
5.5	Hidrocarbonetos de natureza biogênica	58
5.6	Descarga de fluidos	58
5.7	Formações com fluência	59
5.8	Corte de revestimento	59
5.9	Destruição de revestimento (<i>Section milling</i>)	60
5.10	PWC (<i>Perforate, Wash and Cement</i>)	60
5.11	Abandono <i>through-tubin</i>	60
5.11.1	Abandono <i>through-tubing</i> em trechos com cabos e linhas de controle/injeção química	61
5.12	Abandono permanente com retirada de coluna de produção/injeção a mar aberto	62
5.13	Intervenções <i>riserless</i>	63
5.14	Aprisionamento de fontes radioativas no poço	64
5.15	Operações de abandono não planejadas	64
5.16	Aplicação da abordagem de risco ALARP	65
5.17	Equivalência a elemento de CSB	67
6.	Verificação de elementos de CSB	68
6.1	Teste e confirmação por pressão	70
6.2	Critérios de aceitação de elementos de CSB	73
	Documentos de referência	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplos de abandono com: (a) 2 CSBs permanentes; (b) 2 CSBs temporários	21
Figura 2	Exemplos de isolamento entre zonas: (a) abandono permanente; (b) abandono temporário	22
Figura 3	Exemplo de abandono temporário após instalação do revestimento de produção para poço surgente	31
Figura 4	Exemplo de abandono temporário de poço revestido não surgente	31
Figura 5	Exemplo de abandono temporário de poço revestido sem intervalos pertinentes	32
Figura 6	Exemplo de abandono temporário após teste de formação	32
Figura 7	Exemplo de abandono temporário após teste de formação com dois intervalos a isolar	33
Figura 8	Exemplo de abandono temporário de poço completado para 1 zona, com ANC	34
Figura 9	Exemplo de abandono temporário de poço completado para 2 zonas, com ANM	35
Figura 10	Exemplo de abandono temporário em um poço terrestre canhoneado surgente	35
Figura 11	Exemplo de abandono temporário de poço terrestre não surgente	36
Figura 12	Exemplo de abandono temporário de poço marítimo não surgente com completação molhada	36
Figura 13	Exemplo de abandono temporário de poço marítimo com elementos de CSB compartilhados	37
Figura 14	Esquema de um CSB permanente mostrando a restauração da formação selante	38

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	39
Figura 16	Filosofia de posicionamento dos CSB permanentes	41
Figura 17	Requisito geral para o abandono permanente com dois intervalos a isolar	42
Figura 18	Comparação de extensão do tampão de cimento para CSBs separados e combinado, para poço revestido e cimentado	43
Figura 19	Exemplo de CSBs permanentes separados e combinado para isolamento de intervalo de poço aberto com potencial de fluxo	46
Figura 20	Exemplo de CSB permanente em poço aberto para isolamento entre zonas	46
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	47
Figura 22	Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço com <i>liner</i>	48
Figura 23	Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço canhoneado	48
Figura 24	Exemplos de CSBs instalados quando os CSB mais rasos não possuem competência para suportar a pressão interna potencial do intervalo mais profundo	49
Figura 25	Exemplos de CSBs instalados por recimentação e corte/retirada de revestimento	50
Figura 26	Exemplo de abandono permanente de poço canhoneado	51
Figura 27	Exemplo de abandono permanente após a perfuração, com isolamento de intervalo com potencial de fluxo no poço aberto	52
Figura 28	Exemplo de abandono permanente de poço com <i>liner</i> rasgado ou com telas	52
Figura 29	Exemplo de abandono permanente de poço sem intervalos a isolar	53
Figura 30	Exemplo de abandono permanente de poço terrestre	54

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	54
Figura 32	Exemplo de abandono permanente de poço revestido sem intervalos pertinentes	55
Figura 33	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	56
Figura 34	Exemplo de CSBs permanentes em poço de alta inclinação	57
Figura 35	Exemplo de abandono <i>through-tubing</i>	61
Figura 36	Exemplo de metodologia para avaliação comparativa entre alternativas	66
Figura 37	Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto	69
Figura 38	Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto	70
Figura 39	Exemplo de pressões atuantes no topo e base do elemento de CSB durante o período de abandono	71
Figura 40	Exemplo de diferencial de pressão atuante no elemento de CSB durante o período de abandono	72

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Resumo de métodos para verificação dos elementos de CSB	74
Tabela 1	Não surgência	75
Tabela 2	Revestimento	76
Tabela 3	Tampão de cimento	77
Tabela 3	Tampão de cimento (Continuação)	78
Tabela 4	Tampão de material alternativo	79
Tabela 4	Tampão de material alternativo (Continuação)	80
Tabela 5	Cimento em anular	81
Tabela 6	Material alternativo em anular	82
Tabela 7	<i>Shoe track</i> cimentado	83
Tabela 8	Formação selante	84
Tabela 9	Formação com fluência	85
Tabela 10	Coluna de produção/injeção	86
Tabela 11	Suspensor da coluna de produção/injeção	87
Tabela 12	Tampão mecânico da coluna de produção/injeção	88
Tabela 13	Componentes da coluna de produção/injeção	89
Tabela 14	<i>Liner packer/Tie-back packer</i>	90
Tabela 15	<i>Packer</i> de produção	91
Tabela 16	Barreira Mecânica de Anular Metalo-elastomérica (BMA)	92
Tabela 17	Válvula de Dupla Vedação (VDV)	93

Tabela 18	Válvula de isolamento da formação	94
Tabela 19	Válvula de acesso anular da cabeça de poço	95
Tabela 20	Dispositivo de Segurança de Subsuperfície (DSSS)	96
Tabela 21	Válvula de segurança do anular	97
Tabela 22	Válvula de retenção	98
Tabela 23	<i>Bridge plug</i> permanente, <i>bridge plug</i> recuperável, <i>cement retainer</i> e <i>packer</i> de abandono)	99
Tabela 24	Cabeça de poço	100
Tabela 25	Base Adaptadora de Produção (BAP)	101
Tabela 26	Base Adaptadora de Completação (BAC)	102
Tabela 27	Árvore de Natal Molhada (ANM)	103
Tabela 28	Árvore de Natal Convencional (ANC)	104
Tabela 29	Válvula de isolamento de superfície	105
Tabela 30	Fluido	106
Tabela 31	PWC (<i>Perforate, Wash and Cement</i>)	107

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 estejam aguardando o início da produção/injeção, bem como poços já em operação que, por algum motivo, encontram-se fechados
ALARP (<i>As Low As Reasonably Practicable</i>)	Tão baixo quanto razoavelmente exequível. Conceito de que os esforços para a redução de risco devem ser contínuos até que 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 (ver item 2.1.2)
BAC	Base Adaptadora de Completação
BAP	Base Adaptadora de Produção
BHA	<i>Bottom Hole Assembly</i>
BCS	Bombeio Centrífugo Submerso
BMA	Barreira Mecânica de Anular

Boas práticas	<p>Práticas e procedimentos de referência empregados na indústria do petróleo visando a:</p> <p>a) Aplicação de técnicas e procedimentos vigentes mundialmente consagrados nas atividades de Exploração e Produção;</p> <p>b) Conservação de recursos petrolíferos, o que implica a utilização de métodos e processos adequados a 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;</p> <p>c) Segurança operacional, o que impõe o emprego de métodos e processos que assegurem a segurança das operações, contribuindo para a prevenção de incidentes;</p> <p>d) Preservação do meio ambiente e respeito às populações, o que determina a adoção de tecnologias e procedimentos associados a prevenção e mitigação de danos ambientais e às pessoas</p>
BOP	<i>Blowout Preventer</i>
BPP	<i>Bridge Plug Permanente</i>
BPR	<i>Bridge Plug Recuperável</i>
CAE	Critério de Aceitação de Elemento de Barreira
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CSB (Conjunto Solidário de Barreiras)	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, podendo ter elemento(s) integrante(s) de ambos os CSBs instalado(s) e verificado(s) em operação única (exemplo: cimentação de tampão, cimentação primária de revestimento, cimentação com PWC, recimentação de anular etc.)
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 posi-

cionado 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 acima do respectivo intervalo com potencial de fluxo ou aquífero, estabelecido para o controle do fluxo não intencional (controle primário do poço). Atendidas as diretrizes constantes neste Caderno, o CSB primário de uma formação pode ser o CSB secundário de outra formação e vice-versa

CSB Secundário

Segundo CSB acima do respectivo intervalo com potencial de fluxo ou aquífero e do CSB primário, 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

DFIT

Dynamic Formation Integrity Test

DHSV

Downhole Safety Valve

DIV

Downhole Isolation Valve

DPR

Drill Pipe Riser

DSSS (Dispositivo de Segurança de Subsuperfície)

Equipamento de segurança ins talado 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 Circulation Density)

Equivalent Circulating Density

ECP

External Casing Packer

Elemento de CSB Combinado	Elemento de CSB estabelecido e verificado em operação única e que representa dois elementos em um, compondo um CSB combinado. Exemplo: trecho de tampão de cimento ou cimento em anular (instalado por métodos como cimentação primária, recimentação, PWC etc.), 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, podendo ainda haver necessidade de verificação periódica quando indicado por este Caderno de Boas Práticas (ver item 6)
Elemento de vedação do RCD	Elemento da RCD que promove a vedação contra a coluna de trabalho. O elemento de vedação permite a aplicação de pressão no anular do poço
FIT	<i>Formation Integrity Test</i>
Formação com fluência	Formação que exhibe extrusão plástica para dentro do poço e veda o espaço anular entre a formação e o revestimento
Formação selante	Qualquer formação competente, impermeável e sem potencial de fluxo
HPHT	<i>High Pressure and High Temperature</i>
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
Intervalo com potencial de fluxo	Intervalo que contém fluidos com capacidade de migração, atual ou futura, entre meios que apresentam regimes de pressão e/ou fluidos de natureza distinta (ver item 2.1.1)
Intervalo pertinente	Intervalo (formação) que requer isolamento, quer seja intervalo com potencial de fluxo ou aquífero
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LDA	Lâmina D'Água

LOT	<i>Leak off Test</i>
PDG	<i>Permanent Downhole Gauge</i>
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 estratigráficos 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 sobrepessurizados, cuja perfuração é feita com água do mar sem <i>riser</i> de perfuração e com retorno para o leito marinho
Poço não surgente	Poço com pressão de reservatório insuficiente para elevar os fluidos da formação e sustentar o fluxo contínuo 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 da formação e sustentar o fluxo contínuo 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 da formação que possa se desenvolver abaixo dos elementos de CSB 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 do reservatório
PWC	<i>Perforate Wash and Cement</i>
Reservatório de óleo ou gás	Intervalo permeável que contenha gás ou óleo móvel com potencial de exploração

RG0	Razão Gás-Óleo
ROV	<i>Remote Operated Vehicle</i>
SGIP	Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços
<i>Shoe Track Cimentado</i>	Trecho de revestimento entre a sapata e o colar flutuante preenchido com cimento
TOC	<i>Top of Cement</i>
UEP	Unidade Estacionária de Produção
VDV	Válvula de dupla vedação
VHIF	Válvula hidráulica de isolamento da formação
VIF	Válvula de isolamento da formação

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 os procedimentos de abandono de poços em relação aos requisitos gerais estabelecidos no Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP), regulamento da ANP cuja Prática de Gestão nº 10, 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 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 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 ao 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, o IBP e as Operadoras participantes do Grupo de Trabalho não assumem 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.

O Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Abandono de Poços está sujeito à revisão periódica. Feedbacks, comentários e consultas para esclarecimentos podem ser realizados pelo e-mail: CBPabandono@ibp.org.br.

2 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 aderente 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 aquíferos e intervalos com potencial de fluxo, prevenindo o fluxo quando inadmissível, ocasionado por:

I. Migração não intencional dos fluidos entre as formações permeáveis, quer pelo interior do poço, quer pelo(s) seu(s) espaço(s) anular(es);

II. Migração de fluidos da formação 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 reentrada futura no 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 potencial de fluxo, atual ou futuro ou aquíferos. A responsabilidade da Operadora na seleção do projeto e execução dos elementos de CSB inclui a escolha pelo método de abandono, sendo a comunicação com o regulador feita por meio da Notificação de Conjunto Solidário de Barreiras e, quando aplicável, do Relatório Final de Abandono de Poço, que devem ser enviados em conformidade com os prazos estabelecidos nas Resoluções ANP 46/2016 e 699/2017, ou normativo que venha a sucedê-las.

Para o abandono de poços que tenham atravessado intervalos pertinentes, devem ser estabelecidos:

- a) No mínimo 2 (dois) CSBs, sejam separados ou combinados, para impedir o fluxo não intencional de fluidos com capacidade de migração para o meio externo;
- b) No mínimo 1 (um) CSB para impedir o fluxo de fluidos com capacidade de migração entre intervalos não conectados naturalmente, quando este fluxo for inadmissível.

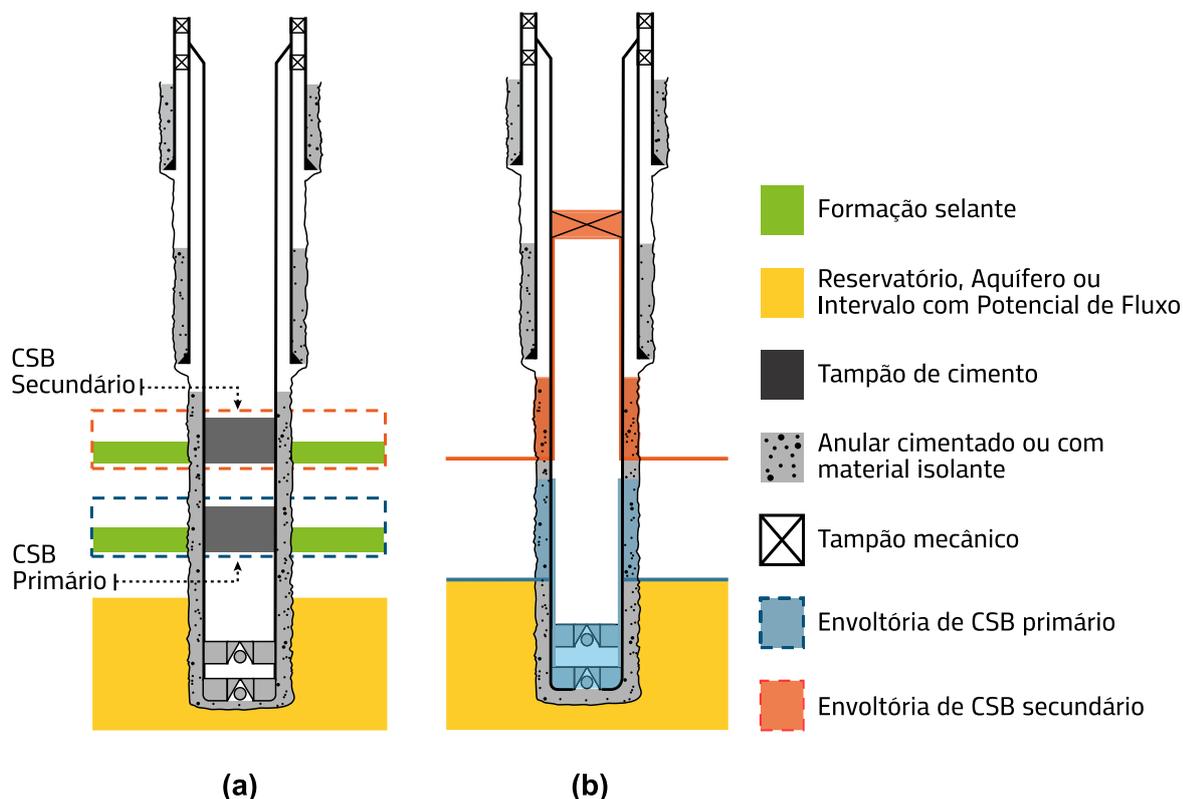
Caso o poço não tenha atravessado intervalo pertinente, para o abandono deve ser estabelecido, no mínimo, 1 (um) CSB para impedir o eventual fluxo não intencional de fluidos para o meio externo.

Nota: Em poço marítimo, este CSB pode ser dispensado caso, adicionalmente, o poço não tenha avançado além da primeira fase.

Os CSBs devem ser instalados e verificados em aderência com seus procedimentos e critérios de aceitação, bem como alinhados às boas práticas (ver item 6).

Para cada poço abandonado, deve ser preparado um esquemático indicando os CSBs e os elementos que o compõem.

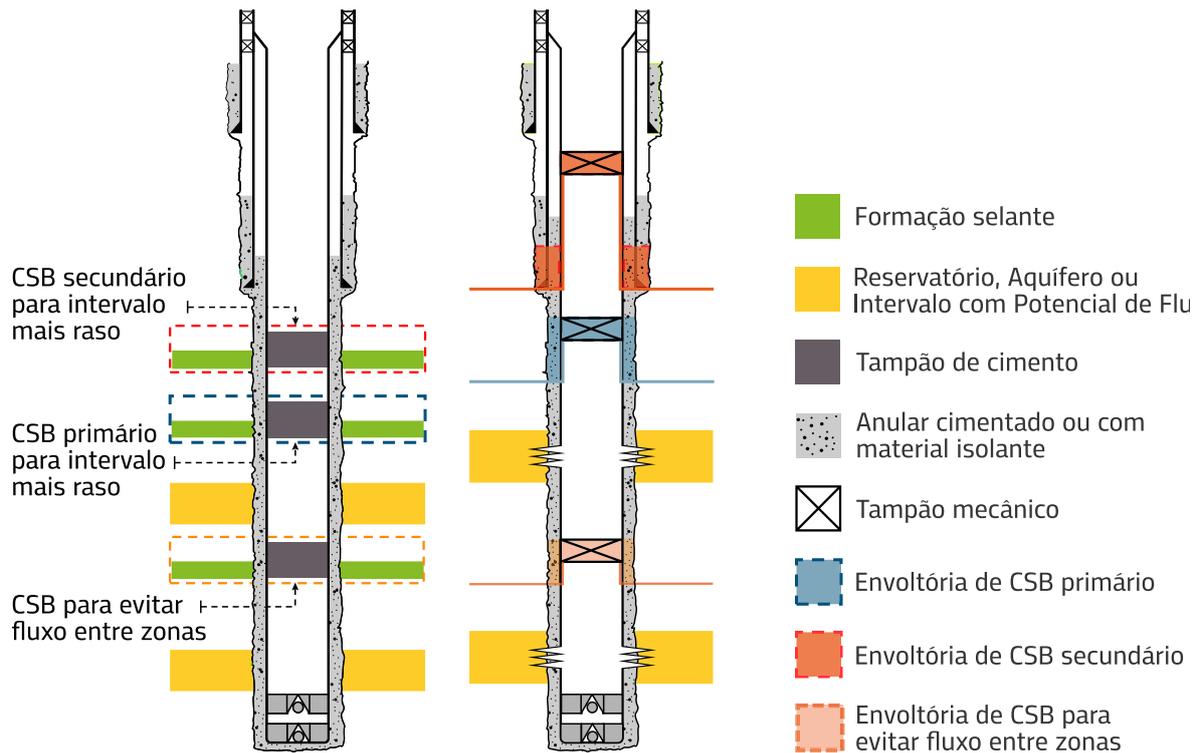
Figura 1 – Exemplos de abandono com: (a) 2 CSBs permanentes; (b) 2 CSBs temporários



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os intervalos com potencial de fluxo conectados pela perfuração do poço devem ser isolados, estabelecendo 1 (um) CSB para impedir o fluxo inadmissível de fluidos entre intervalos não conectados naturalmente, seja em poço aberto ou revestido.

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



Fonte: Elaborada pelos autores.

As zonas distintas não necessitam ser isoladas entre si quando já são conectadas naturalmente em alguma parte do campo e não apenas pela perfuração do poço.

2.1 Identificação de intervalos com potencial de fluxo, aquíferos e isolamentos necessários

Para definir quais trechos de um poço devem ser isolados durante o seu abandono, é necessário, primeiramente, que sejam identificados os intervalos com potencial de fluxo e aquíferos atravessados. Uma vez identificados estes intervalos de interesse, deve-se analisar a necessidade de estabelecimento de CSB para impedir a ocorrência de um fluxo entre meios distintos que existiria caso não houvesse a presença desta barreira e que não seja admissível nem desejável de ocorrer.

2.1.1 Intervalos com potencial de fluxo

Intervalos com potencial de fluxo são aqueles intervalos rochosos atravessados pela perfuração de um poço e que contêm fluidos com capacidade de migração, atual ou futura, desde o seu interior até outro meio rochoso capaz de recebê-los ou, alternativamente, até o meio externo. Desta maneira, é necessário que possuam, minimamente:

- i. Capacidade de estocagem de fluido;
- ii. Fluido com capacidade de escoar no interior do meio;
- iii. Fluido com diferencial de potencial suficiente para transportá-lo até outro meio.

Conseqüentemente, para atender a estes requisitos, é preciso que haja:

- i. Porosidade e extensão lateral da rocha;

- ii. Transmissibilidade de matriz e/ou de fraturas da rocha;
- iii. Diferencial de pressão e/ou diferencial de densidade suficiente para deslocar o fluido até seu destino.

As condições estabelecidas tratam, exclusivamente, do fluxo potencial relacionado ao fluido de um intervalo, ou seja, pressupostos primários a serem atendidos para que um fluxo possa vir a ser possível. Entretanto, a ocorrência real de fluxo depende, além destes fatores, da existência de uma comunicação hidráulica entre os meios, onde o poço serviria como conduto para o escoamento do fluido. Desta forma, a magnitude e sustentação do fluxo partindo de determinado intervalo – ou seja, a sua curva de vazão ao longo do tempo – é função não somente de parâmetros de rocha e fluido, mas também das eventuais condições mecânicas a serem observadas no poço, no caminho do escoamento.

Para a classificação de intervalos, deve-se, primeiramente, reunir insumos adquiridos durante as etapas anteriores do ciclo de vida do poço. A seguir, são apresentados exemplos das principais informações que se recomenda levantar:

- i. Mapeamento com dados sísmicos:
 - a. Mapeamento da geometria dos intervalos;
 - b. Verificação da continuidade, extensão, comunicação dos intervalos;
 - c. Mapeamento das estruturas geológicas que comunicam/isolam os intervalos.
- ii. Dados da construção do poço:
 - a. Relatório de eventos da perfuração (indício/ocorrência de *kick* ou perda);
 - b. Esquema construtivo do poço;
 - c. Informativos geológicos;
 - d. Perfis de poço;
 - e. Amostras de rocha.
- iii. Caracterização geológica:
 - a. Identificação estratigráfica;
 - b. Identificação de intervalos permoporosos;
 - c. Identificação dos fluidos saturantes;
 - d. Identificação de intervalos sobrepresurizados;
 - e. Posicionamento, estrutura e competência das formações selantes.

2.1.2 Aquíferos

Para fins de análise dos isolamentos necessários a um poço, devem ser classificados como aquíferos todos aqueles intervalos rochosos contendo água passível de atender a um dos propósitos seguintes:

- i. Ser de uso público ou industrial, desde que contenha água cujas propriedades sejam adequadas ao consumo humano, seja este consumo próprio ou relativo a processos produtivos (tais como agricultura ou fábricas) ou ao consumo de animais. Estas jazidas podem ser de superfície ou subterrâneas, podem contemplar zonas de recarga e descarga naturais ou serem confinadas;

- ii. Ser responsável pelo mecanismo de produção de um reservatório de óleo ou gás, desde que a água possua ou possa possuir uma atuação relevante no processo de sustentação da pressão do reservatório, o que requer que o aquífero esteja naturalmente comunicado a uma acumulação de hidrocarbonetos com viabilidade de exploração comercial e que contribua ou possa vir a contribuir de maneira perceptível para a sua recuperação.

Para tanto, é preciso, primeiramente, que o intervalo possua capacidade de estocagem e de escoamento da água no seu interior; ou seja, que possua permoporosidade e abrangência lateral.

Para avaliar se intervalos devem ser considerados aquíferos, recomenda-se levantar informações de:

- i. Perfis de poço;
- ii. Ocorrências observadas durante a perfuração;
- iii. Análise das qualidades físico-química da água;
- iv. Interpretação de modelos geológicos da região.

2.2 Análise dos isolamentos necessários

Com base nos intervalos com potencial de fluxo e aquíferos identificados em um poço, é possível definir os trechos do poço que demandam a instalação de barreiras ao fluxo. Os trechos a serem analisados são aqueles posicionados entre diferentes intervalos de interesse ou entre estes intervalos e o meio externo (superfície terrestre ou assoalho marinho). De maneira geral, os objetivos destes isolamentos são:

- i. Evitar o escape sustentado de fluidos danosos para o meio externo (preservação do meio ambiente e segurança das pessoas);
- ii. Evitar o comprometimento de fontes de água para consumo humano ou industrial (interesse público);
- iii. Evitar um prejuízo intolerável às jazidas que sejam economicamente viáveis;
- iv. Evitar a reativação de uma falha geológica que possa levar à ocorrência direta ou indireta de qualquer das situações anteriores.

Para fins da identificação de necessidade de isolamento, deve-se considerar:

- i. O(s) objetivo(s) que seria(m) atendido(s) com o isolamento em questão;
- ii. A condição de isolamento entre formações – existente ou não – durante as etapas anteriores do ciclo de vida do poço.

Ademais, a capacidade de migração de fluidos entre os meios tratados nos itens anteriores deve existir sem depender do auxílio de mecanismos de elevação artificial. Por outro lado, devem fazer parte da análise dos isolamentos necessários eventuais capacidades de migração que possam vir a ser viabilizadas por circunstâncias relacionadas a outros poços, tais como a injeção de água ou vapor utilizada na recuperação avançada de hidrocarbonetos ou pela recuperação natural da pressão do reservatório ao longo do tempo na região do poço.

Havendo definição pela necessidade de isolamento, devem ser adotadas as quantidades de CSBs indicadas no item 2, a depender da função do CSB.

No caso de definição pelo não isolamento entre diferentes intervalos pertinentes, a formação selante acima do intervalo superior deve possuir competência para o posicionamento dos CSBs para isolamento entre os intervalos e o meio externo.

Casos onde o operador conclua que o regulamento (SGIP) requer determinado(s) isolamento(s) ou determinado tipo de barreira que – na sua avaliação técnica sob a ótica das boas práticas da indústria – seja(m) dispensável(is), deve(m) ser previamente alinhado(s) com o regulador.

2.2.1 Admissibilidade de fluxo e características das barreiras

A comunicação através do poço entre diferentes intervalos com potencial de fluxo ou entre intervalos com potencial de fluxo e aquíferos de mecanismo de produção é algo muitas vezes desejado para a estratégia de produção de um campo, podendo promover o aumento do fator de recuperação dos reservatórios e viabilizar a exploração econômica de acumulações de menor porte. A comunicação entre intervalos em tais situações se configura como uma prática comumente adotada para o desenvolvimento de diversas jazidas no Brasil e no mundo.

As considerações sobre quais estratégias adotar para a melhor gestão dos intervalos durante a etapa de produção – deixá-los ou não comunicados – não são objeto deste Caderno de Boas Práticas, devendo ser alvo de análise por cada Operador, para seus respectivos campos, a partir de seus conhecimentos técnicos e experiências.

Para a finalidade deste Caderno de Boas Práticas, a admissibilidade de um fluxo para o período de abandono deve ser julgada com base nos acontecimentos que se precisa evitar, desta forma, um fluxo potencial de fluidos que acarrete o descumprimento de qualquer dos objetivos mencionados anteriormente deve ser considerado inadmissível.

De forma geral, as barreiras que devem prover os isolamentos definidos como necessários podem ser do tipo temporário ou permanente, em função da etapa do ciclo de vida que se encontra o poço e dos objetivos que visam cumprir.

Durante a vida produtiva de um poço, antes do seu abandono permanente, todos os CSBs podem ser de natureza temporária. Para o abandono permanente do poço, via de regra, os CSBs devem ser de natureza permanente. Entretanto, a depender do objetivo a ser cumprido pelo CSB, como, por exemplo, o isolamento entre diferentes intervalos, com objetivo de preservar o valor econômico de jazidas de hidrocarbonetos, pode ser admitida a utilização de barreira temporária, desde que não haja necessidade de se manter este isolamento por período indeterminado de tempo. Neste caso, pode ser suficiente o isolamento durante o período de exploração das jazidas, através de barreiras temporárias.

2.3 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 para o abandono do poço.

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

- i) Histórico do poço durante o ciclo de vida;
- ii) Configuração do poço, incluindo geometria, trajetória, profundidades e especificações de intervalos pertinentes, revestimentos, condições do cimento atrás do revestimento, trechos de poço aberto e desvios de poço realizados;
- iii) Sequência estratigráfica do poço mostrando intervalos com potencial de fluxo e informações sobre os tipos de fluidos e pressões dos reservatórios para todo período de abandono;
- iv) Perfis, dados e informações das operações de cimentação primária e das operações de cimentação secundária, se houver;
- v) Identificação de formações selantes com propriedades adequadas a constituir elemento de CSB pelo caminho formação (competência, impermeabilidade);
- vi) Condições específicas do poço, tais como presença de incrustações, areia, colapso de revestimento, rompimento de coluna, peixes, injetividade, pressão de poros, presença de H_2S , presença de CO_2 , presença de hidratos, corrosão ou outras situações especiais;
- vii) Equipamentos instalados e interligações com a Unidade de Produção.

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, quando aplicável. 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.

2.3.1 Projeto de abandono temporário

O projeto do abandono temporário tem por característica a composição de CSBs ao longo da extensão do poço, por meio da interligação dos elementos de CSB, e, frequentemente, envolve a instalação de elementos mecânicos no poço para esse fim. Os anulares de revestimentos cimentados verificados acima dos intervalos pertinentes impedem a migração de fluidos pelo anular e as tubulações metálicas verificadas 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 ou, até mesmo, a utilização de CSBs aderentes às diretrizes de abandono permanente.

2.3.2 Projeto de abandono permanente

O projeto do abandono permanente tem por característica a composição de CSBs em um 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 como elementos de CSB presentes em todos os anulares de revestimento no poço. O anular cimentado pode ser substituído por uma formação com fluência que seja verificada como elemento de CSB.

3 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 levadas em consideração as condições a que estarão expostos os 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, como ambiente do poço e exposição a efeitos físicos ou químicos, é recomendado que a Operadora considere alguma forma de proteção/preservação 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, em acordo com o Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Monitoramento de Poços em Abandono Temporário.

Recomenda-se que, para o abandono temporário, sejam instalados CSBs permanentes aderentes às diretrizes técnicas deste Caderno (ver item 4), quando:

- » Houver incerteza quanto à expectativa ou ao interesse na reentrada futura;
- » Não houver capacidade, viabilidade ou interesse na realização de programa de monitoramento periódico.

Caso, posteriormente, o operador conclua que não há interesse na reentrada futura, deve-se proceder com a tramitação, junto ao regulador, do(s) documento(s) requerido(s) no Regulamento Técnico do SGIP, ou normativo que venha a sucedê-la.

3.1 Desconexão de emergência e desconexão operacional

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

- a) Desconexão de emergência: resultante do desacoplamento não programado da sonda do poço, onde haja programação de retorno definida. Exemplos: *blackout*, desconexão do LMRP por perda de posição da embarcação, entre 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. Exemplos: 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, retirada de árvore de natal para conexão subsequente da ferramenta do suspensor da coluna, entre outros.

Para as ocorrências de desconexão durante a etapa de construção de poços marítimos, deve-se considerar o previsto no Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Projeto e Construção de Poços Marítimos, quando for publicado.

Para eventos durante a etapa de intervenção de abandono temporário ou permanente, deve-se considerar:

- i. Desconexão operacional: o projeto de abandono deve buscar que esta operação ocorra mediante atendimento à filosofia de 2 (dois) CSBs independentes para isolamento da formação explotada para o meio externo. Para tanto, devem ser considerados elementos e critérios de aceitação previstos para abandono temporário, admitindo-se flexibilização de critérios mediante abordagem baseada em risco que indique mitigação em nível ALARP e que considere a expectativa de tempo até que haja reconexão ao poço e/ou instalação de novo CSB. A desconexão operacional poderá ser realizada com 1 (um) CSB em nível de risco ALARP, mediante realização de análise de risco que considere o nível de confiabilidade do único CSB constituído, levando-se em consideração, por exemplo:
 1. Elementos componentes do CSB;
 2. Aderência da verificação dos elementos de CSB aos critérios de aceitação;
 3. Tipo de verificação dos elementos de CSB (se teste ou confirmação);
 4. Expectativa de tempo até a reconexão ao poço.
- ii. Desconexão de emergência: o projeto deve buscar contemplar a previsão, durante todos os instantes da intervenção, de atendimento à filosofia de 2 (dois) CSBs independentes para isolamento da formação explotada para o meio externo. Devem ser tratados mediante abordagem baseada em risco que indique mitigação em nível ALARP os casos onde haja exposição ao evento de desconexão emergencial com 1 (um) CSB para isolamento da formação explotada para o meio externo, ocasionada por fatores associados ao momento da possível ocorrência deste evento, como cenário de operação ou limitação de equipamentos.

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

3.2 Classificações de abandono temporário

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

- a) Abandono temporário monitorado: aplica-se a poços abandonados temporariamente e que são periodicamente monitorados e verificados, em acordo com o Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Monitoramento de Poços em Abandono Temporário. Não há limite de duração para esta condição de abandono;
- b) Abandono temporário não monitorado: aplica-se 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 (três) anos, exceto se os CSBs estabelecidos estiverem aderentes às diretrizes de abandono permanente. Na incerteza quanto à duração do abandono temporário não monitorado

ou à expectativa de reentrada futura no poço, é recomendável realizar o abandono seguindo as diretrizes de abandono permanente.

3.3 CSB temporário

O CSB temporário é um envelope de um ou mais elementos de CSB que previne o fluxo inadmissível, para atendimento às necessidades de isolamento identificadas em 2.1. Os elementos que compõem o CSB temporário não necessitam estar localizados em uma mesma profundidade.

3.4 Elementos de CSB temporário

Um elemento de CSB temporário deve estar aderente à respectiva tabela de CAE (ver item 6.2) e 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 componham um CSB temporário devem atender aos requisitos de extensão descritos no item 4.3.2.

Para poços com completação seca 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 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.

3.5 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 da formação, 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, considerando o acesso e o tipo do elemento, aplicável e necessário;
- » Qualquer condição específica para a reentrada futura no poço.

Qualquer CSB temporário que possa ser subsequentemente utilizado como um CSB permanente, isto é, quando não houver mais interesse no aproveitamento do poço, deve atender aos requisitos das diretrizes de abandono permanente.

Sem prejuízo às quantidades de CSB indicadas no item 2, é necessário o posicionamento de um CSB no interior do último revestimento cimentado, caso não seja previsto nenhum CSB em trecho revestido.

Nota: Em poço marítimo, este CSB pode ser dispensado, caso, adicionalmente, o poço não tenha avançado além da primeira fase.

Para abandono temporário, de forma geral, os requisitos para elementos de CSB aplicam-se igualmente para CSB primário e secundário. Entretanto, considerações quanto à diferença na expectativa de exposição do respectivo CSB aos fluidos da formação permitem ao operador adotar requisitos diferenciados para o CSB secundário. Um exemplo típico é a diferença de metalurgia admitida para Coluna de produção/injeção e revestimento, uma vez que o primeiro, conforme Tabela 10, deve ter metalurgia compatível a um contato constante com os fluidos da formação durante o período do abandono.

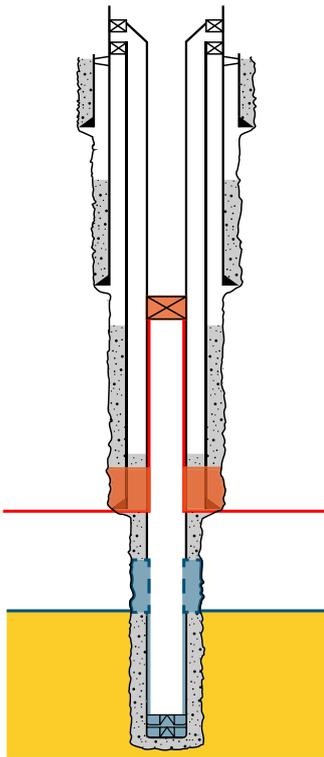
3.6 Cenários típicos de abandono temporário

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, de um *workover* e/ou em caso de divisão da intervenção de abandono permanente em etapas.

Para fins ilustrativos, são mostrados a seguir exemplos de composição de CSBs para abandono temporário em diversas situações. Os quadros ao lado dos diagramas de CSBs identificam os elementos de cada CSB e fazem referência à sua correspondente tabela de critérios de aceitação (ver item 6.2).

Em muitos casos, os poços são abandonados, temporariamente, após a instalação do revestimento ou do *liner* de produção.

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

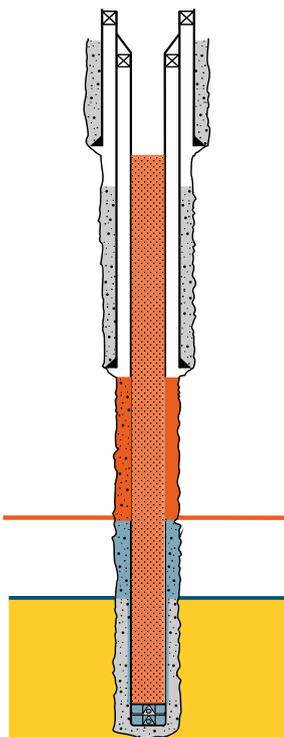


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2, 5
Shoe Track cimentado	7
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimentos cimentados	2, 5
Revestimento	2
Tampão de cimento ou tampão mecânico	3 ou 23

Fonte: Elaborada pelos autores.

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

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



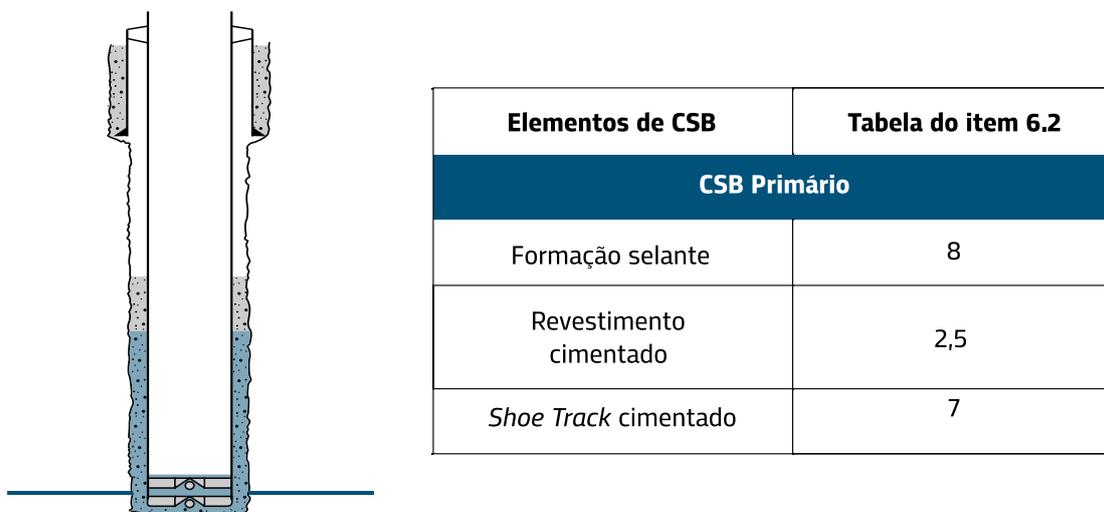
Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Shoe Track cimentado	7
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Revestimento	2
Não surgência	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na operação de construção das primeiras fases do poço em que não forem evidenciados intervalos pertinentes, 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). Em poços marítimos, este CSB pode ser dispensado quando apenas a Fase 1 do poço tiver sido construída, uma vez que são atravessadas tipicamente formações inconsolidadas.

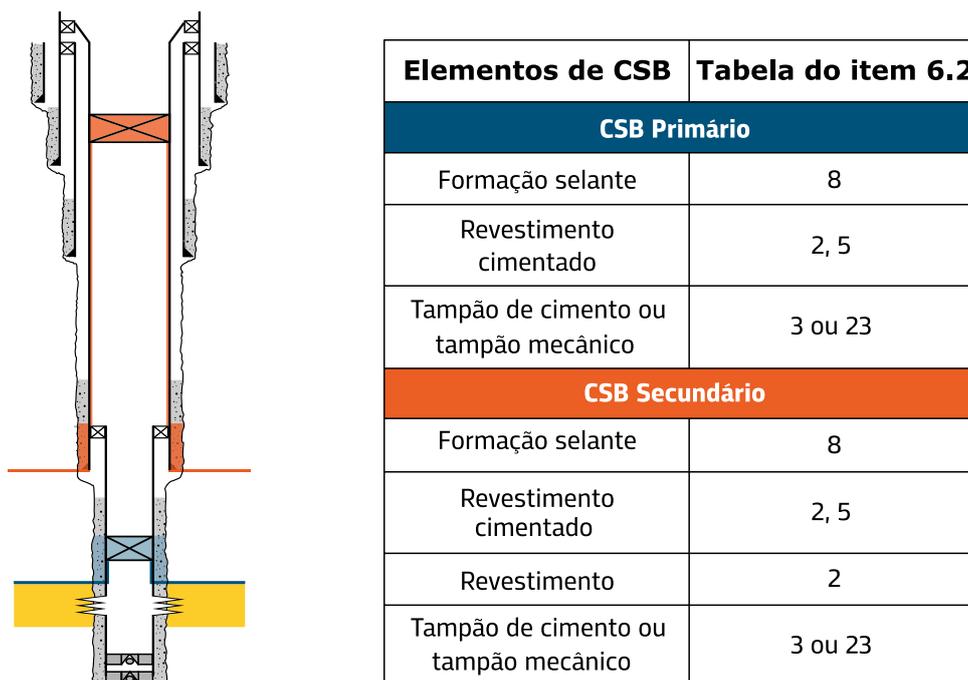
Para os elementos deste CSB em cenário de *top hole drilling*, critérios de aceitação diferenciados em relação aos expostos nas tabelas de CAE constantes no item 6.2 podem ser definidos e adotados pelos operadores, considerando-se o menor nível de exposição ao risco e particularidades dos elementos utilizados neste cenário específico.

Figura 5 – Exemplo de abandono temporário de poço revestido sem intervalos pertinentes



Fonte: Elaborada pelos autores.

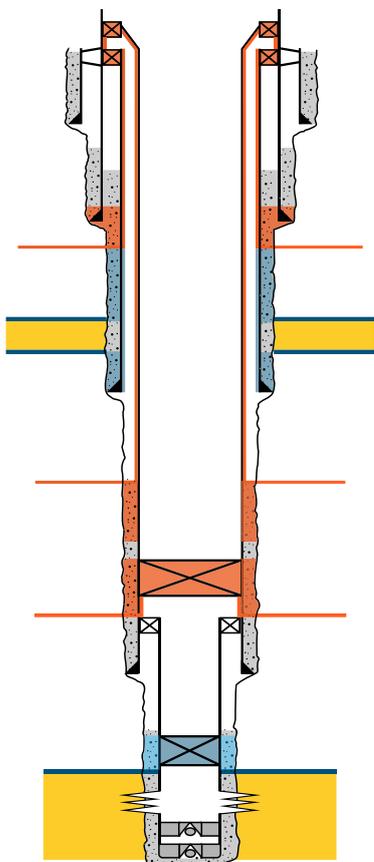
Figura 6 – Exemplo de abandono temporário após teste de formação



Fonte: Elaborada pelos autores.

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

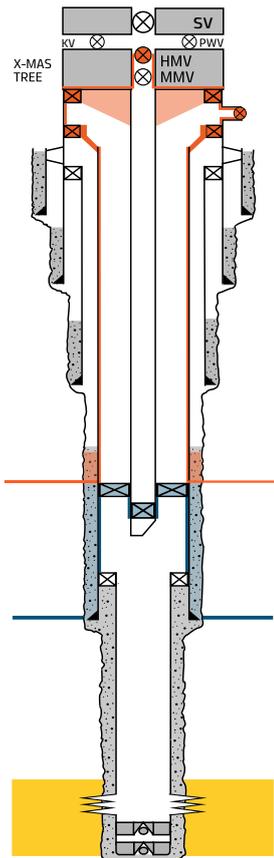
Figura 7 – Exemplo de abandono temporário após teste de formação com dois intervalos a isolar



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
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

Fonte: Elaborada pelos autores.

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

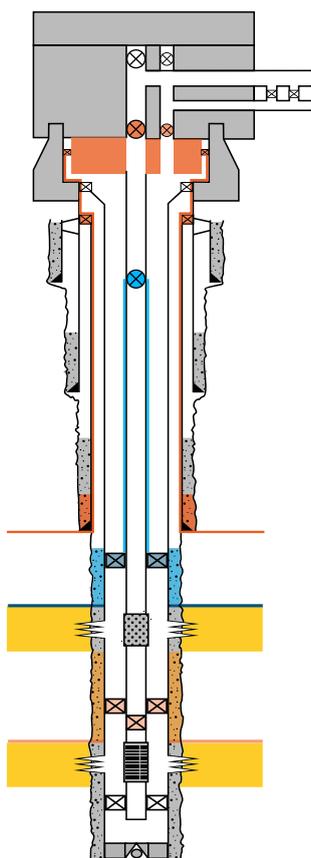


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (até o packer de produção)	2,5
Packer de produção	15
Coluna de produção (do packer até o tampão mecânico)	10
Tampão mecânico da coluna de produção	12
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Revestimento	2
Cabeça de poço	24
Suspensor da coluna de produção	11
Árvore de Natal Convencional	28

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 9 apresenta uma configuração de abandono temporário de poço completado para 2 zonas e Árvore de Natal Molhada instalada, além de um CSB para isolamento entre zonas, que também pode ser considerado como o CSB primário para o intervalo inferior.

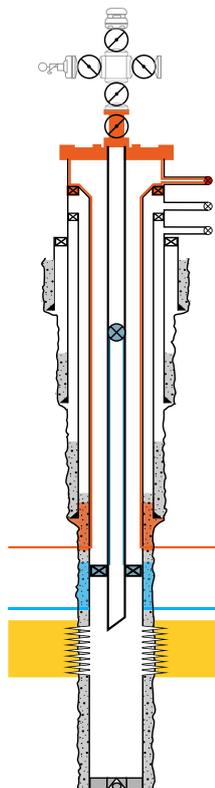
Figura 9 – Exemplo de abandono temporário de poço completado para 2 zonas, com ANM



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (até o packer de produção)	2, 5
Packer de produção	15
Coluna de produção (do packer até a DHSV)	10
DHSV	20
CSB Secundário	
Formação selante	8
Formação selante cimentado	2, 5
Revestimento	2
Cabeça de poço	24
Suspensor da coluna de produção	11
Base adaptadora de produção (BAP)	25
Árvore de Natal Molhada	27
CSB para isolamento entre zonas	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (até o packer)	2, 5
Packer	15
Coluna de produção (do packer até o tampão mecânico)	10
Tampão mecânico da coluna de produção	12

Fonte: Elaborada pelos autores.

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

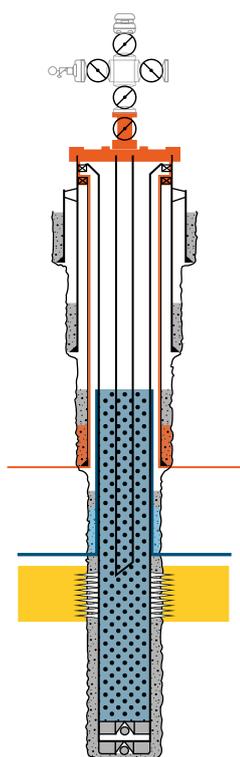


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (até o packer de produção)	2,5
Packer produção	15
Coluna de produção (do packer até a DHSV)	8
DHSV	20
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Revestimento	2
Cabeça de poço	24
Suspensor da coluna de produção	11
Válvula de acesso anular da cabeça de poço	19
Árvore de Natal Convencional	28

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nas Figuras 11 e 12, verifica-se que a não surgência é um dos elementos de CSB.

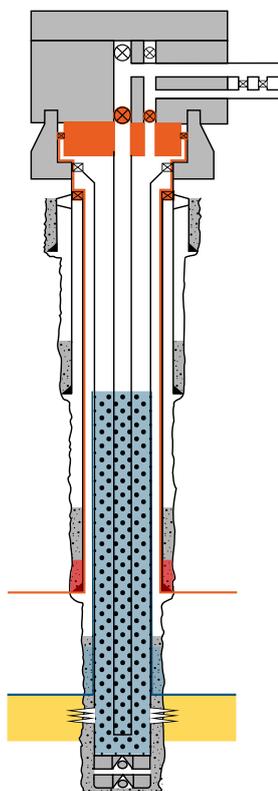
Figura 11 – Exemplo de abandono temporário de poço terrestre não surgente



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
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

Fonte: Elaborada pelos autores.

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

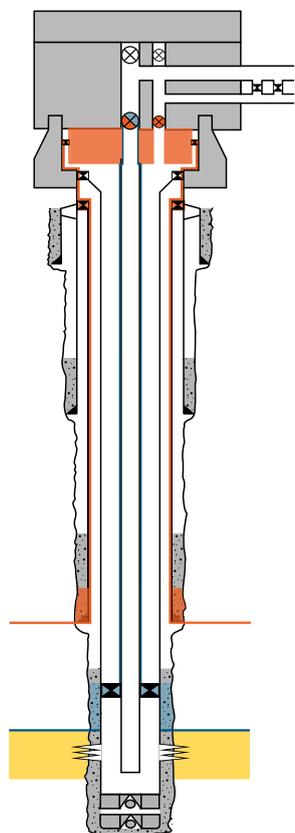


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Revestimento	2
Não surgência	1
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Revestimento	2
Cabeça de poço	24
Base adaptadora de produção (BAP)	25
Suspensor da coluna de produção	11
Árvore de Natal Molhada	27

Fonte: Elaborada pelos autores.

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



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Packer de produção	15
Coluna de produção (do packer até o suspensor)	10
Suspensor da coluna de produção	11
Árvore de Natal Molhada	27
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

Fonte: Elaborada pelos autores.

4 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 isolar e prevenir o fluxo inadmissível, em atendimento às necessidades de isolamento identificadas no item 2.1. Na constituição de CSB permanente, os elementos de CSB devem ser posicionados para se prover o isolamento e a interligação destes elementos com respectivas bases em uma mesma profundidade. Estes elementos devem ser constituídos por materiais tamponantes consolidados, que não deterioram com o tempo, e/ou formações com fluência que apresentem capacidade de vedação do espaço anular, admitindo-se a presença de tubulares metálicos (revestimento e/ou coluna) entre estes.

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 a seguir:

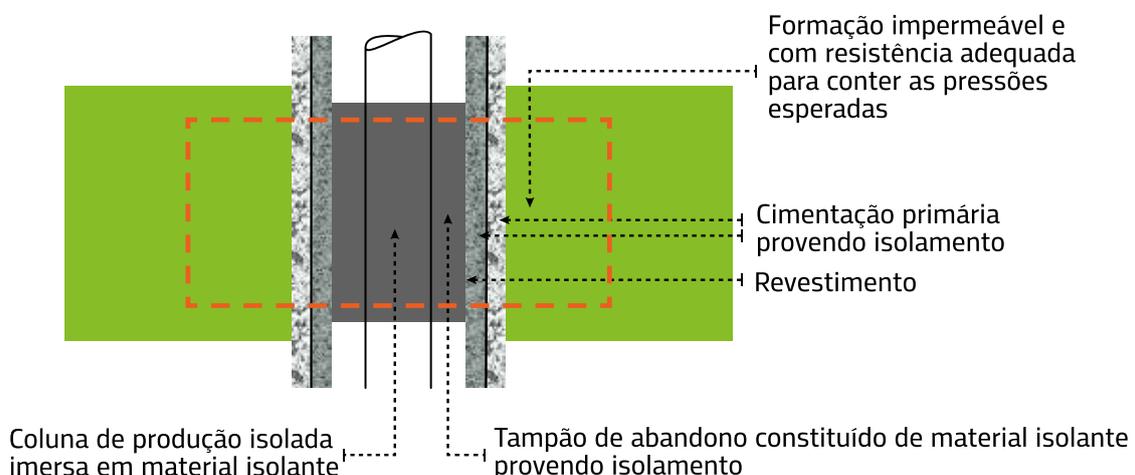
- » Para poços terrestres, deverá ser posicionado um tampão de superfície de, no mínimo, 60 m, com seu topo posicionado na base do antepoço e sem a necessidade de verificação. Além disso, para o arrasamento, deverão ser cortados os revestimentos e o condutor ao nível da base do antepoço;
- » Para poços marítimos, deverá ser posicionado um tampão de superfície de, no mínimo, 60 m, abaixo do ponto onde será realizado o corte do revestimento e sem a necessidade de verificação (vide Figura 30).

Caso o operador opte por realizar a verificação deste tampão, a extensão requerida pode ser reduzida para 30 m.

4.1 CSB permanente

O CSB permanente tem por filosofia a restauração da vedação original provida pelas formações selantes, conforme a Figura 14, em que são apresentados os principais elementos de CSB permanente.

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

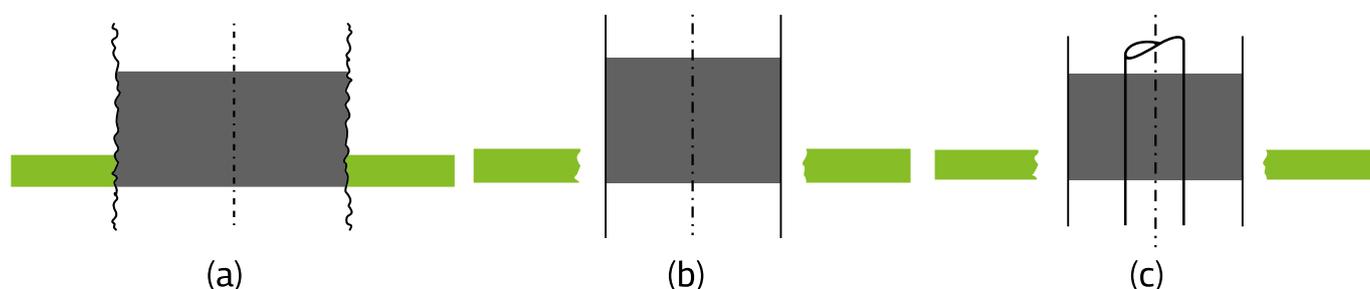


Fonte: Elaborada pelos autores.

Para atingir maior confiabilidade na instalação do CSB permanente, devem ser consideradas as boas práticas de tamponamento relacionadas a aspectos tais como: extensão de elemento suficiente para compensar os efeitos de contaminação durante o posicionamento; definição da base dos elementos em função da constatação de formação selante e do elemento no(s) anular(es) do respectivo trecho; grau de centralização da tubulação no trecho do CSB; limpeza e preparação das superfícies de contato do trecho selecionado para assegurar interface adequada entre os elementos; adequação dos elementos ao ambiente no poço (presença de CO_2 , H_2S , pressão, temperatura etc.).

Na base do CSB permanente, deve haver uma formação selante aderente à tabela de CAE 8 (ver item 6.2) que evite a migração de fluidos no caminho formação. Deve ser assegurado que os elementos no anular de tubulações metálicas e o elemento no interior da tubulação de menor diâmetro ou no poço aberto estejam aderentes às respectivas tabelas de CAE e atuem para evitar o fluxo no interior do poço, conforme Figura 15. A pasta de cimento (ou material alternativo 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



Fonte: Elaborada pelos autores.

A possibilidade de existência de vazamento no corpo do tubo ou conexão associado com um preenchimento incompleto localizado da pasta de cimento no anular faz com que a pasta de cimento endurecida presente no anular de revestimento cimentado, em geral, não seja 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. 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.

Em geral, os cabos e linhas de controle/injeção química contínuos não devem integrar os CSBs permanentes ao longo de toda a sua extensão. Entretanto, cabos e linhas de controle/injeção química podem estar presentes em CSBs permanentes, mediante abordagem baseada em risco, mitigando-se a existência de caminhos potenciais para vazamento em nível ALARP (ver item 5.11.1).

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.

4.2 Materiais para elementos de CSBs permanentes

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

- » Resultar em uma barreira com baixa permeabilidade, para prevenir fluxo não intencional através do elemento de CSB, mediante atendimento a, pelos menos, um dos critérios abaixo:
 - permeabilidade à água menor ou igual a $5 \mu\text{D}$;
 - permeabilidade à água menor ou igual a 1 milésimo da permeabilidade do intervalo pertinente a ser isolado;
 - combinação entre permeabilidade e extensão do elemento, resultando em capacidade de prevenir a migração igual ou superior à da formação selante;
 - combinação entre permeabilidade e extensão do elemento, resultando em capacidade de prevenir a migração igual ou superior à de um tampão de cimento com 30 m de extensão.
- » 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 retração volumétrica durante a cura e a perda de aderência, caso pertinente;
- » Permanecer na posição e profundidade desejada no poço;
- » Manter a integridade em 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, CO_2 , H_2S , hidrocarbonetos, salmouras) nas condições de fundo de poço previstas de temperatura e pressão;
- » Apresentar propriedade mecânica adequada para suportar os esforços mecânicos e as 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 os elementos dos CSBs permanentes nos anulares e no interior das tubulações. Entretanto, materiais alternativos com diferentes princípios de atuação estão em contínuo desenvolvimento pela indústria e podem ser utilizados, mediante prévia qualificação para aplicação em abandono permanente, cabendo ao Operador o estabelecimento do processo de qualificação que conclua pela similaridade de efetividade comparativamente à barreira constituída por cimento Portland e suas misturas secas cimentantes, mediante aderência aos requisitos anteriormente indicados.

4.3 Requisitos de elementos de CSBs permanentes

Para abandono permanente, os requisitos de elementos de CSB aplicam-se, igualmente, para CSB primário e secundário.

4.3.1 Requisitos de posicionamento

Os elementos de CSB permanente deverão:

- » Ter suas bases coincidentes e posicionadas na profundidade planejada para constituir um CSB;
- » Estar presentes no interior e anular dos tubulares ao longo da seção transversal;
- » Ter suas bases posicionadas frente a uma formação selante aderente à tabela de CAE 8.

O operador deve avaliar e, quando pertinente, mitigar os riscos de compactação ou subsidência sobre a integridade dos CSB permanentes.

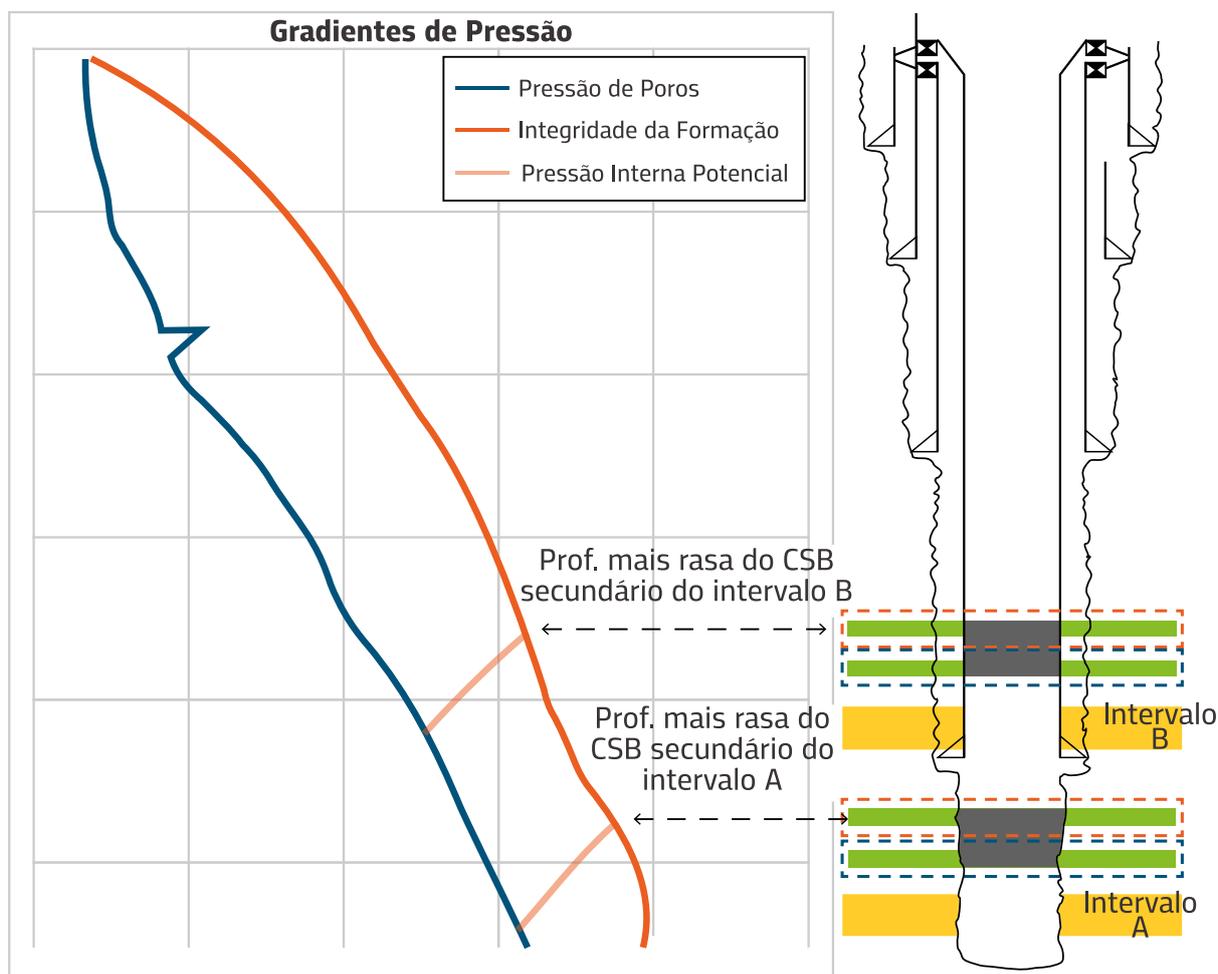
Os CSBs permanentes primário e secundário podem ser estabelecidos como 1 (um) CSB combinado fazendo a função de 2 (dois) CSBs separados.

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, em uma perspectiva atual e futura, de forma que a formação selante possa atuar como elemento de CSB.

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).

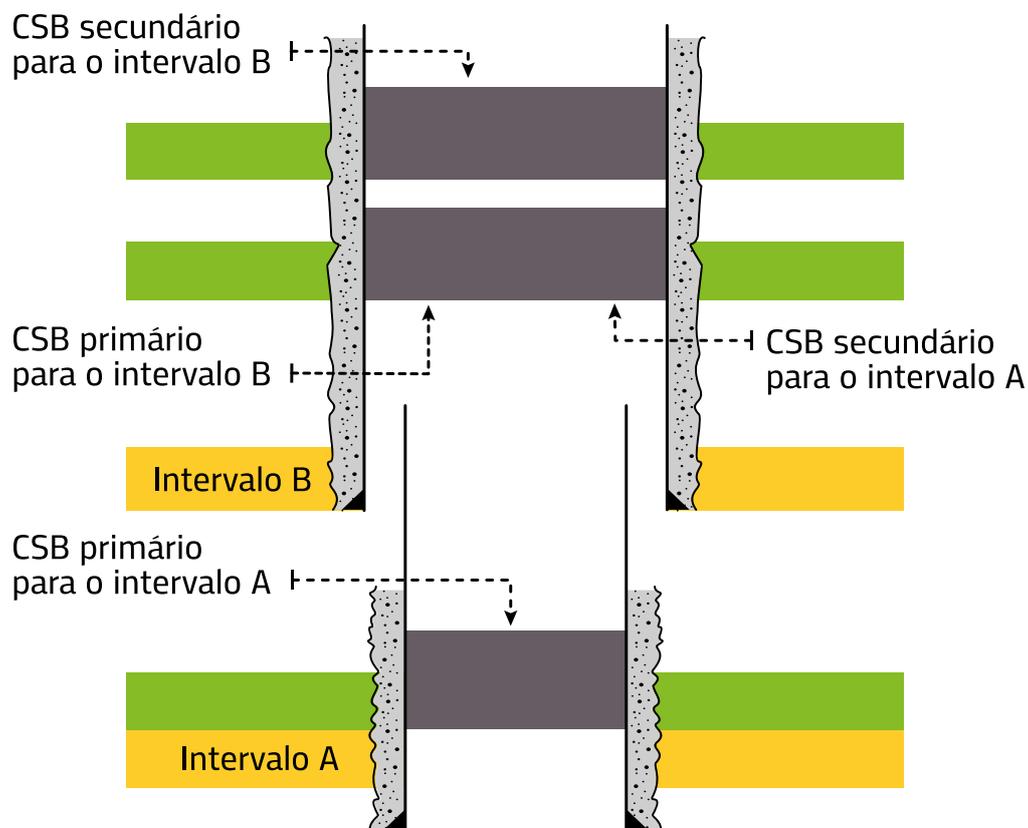
Figura 16 – Filosofia de posicionamento dos CSB permanentes



Fonte: Elaborada pelos autores.

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



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o tampão de cimento ou material alternativo, instalado acima de *liner* com *overlap* não cimentado acima de intervalo com incerteza geológica não desprezível quanto à caracterização de intervalo pertinente (ver item 4.3.3), embora não componha CSB a priori, recomenda-se que sejam atendidos os requisitos de posicionamento indicados em 4.3.1.

4.3.2 Requisitos de extensão

A extensão dos elementos de CSB deve atender ao previsto em suas respectivas tabelas de CAE.

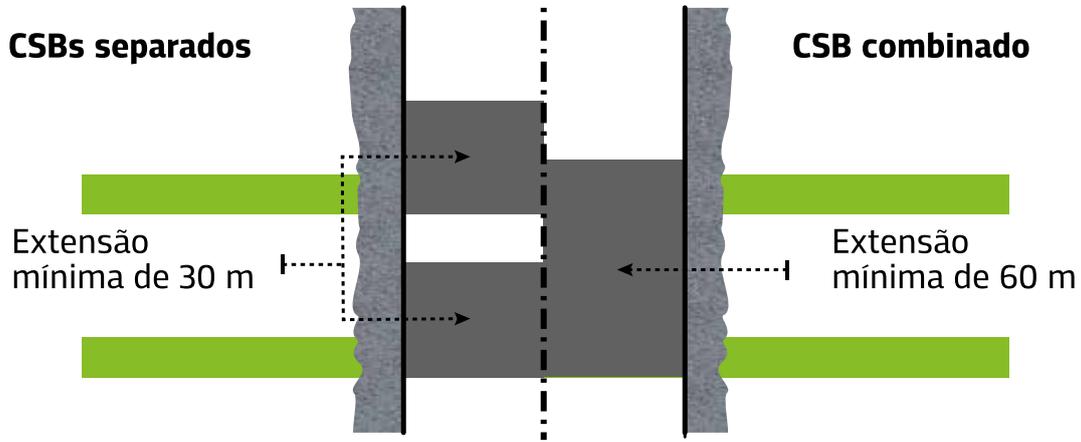
Para elementos baseados na aplicação de cimento ou material alternativo suscetível à contaminação para obter maior confiabilidade do elemento de CSB permanente, a extensão planejada das operações de posicionamento do cimento ou material alternativo deve ser maior do que a extensão mínima requerida para um elemento de CSB.

Para CSB combinado, não deve haver prejuízo na extensão dos CSBs primário e secundário teóricos, devendo-se, portanto, considerar para cada elemento de CSB o dobro da extensão indicada nas respectivas tabelas de CAE.

No caso de existirem intervalos pertinentes separados por uma distância inferior a 30 m e cuja análise indique necessidade de isolamento para prevenir o fluxo cruzado (ver item 2.1), a extensão máxima possível de elemento de CSB deve ser posicionada entre estes intervalos. Caso as formações selantes

existentes acima do intervalo superior não apresentem competência para suportar a pressão interna potencial do intervalo inferior, deve-se considerar que o CSB estabelecido entre estes intervalos satisfaz, por excepcionalidade – limitação imposta pela natureza –, o conceito de CSB combinado.

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



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3.2.1 Extensão reduzida de elementos e/ou CSB

As extensões mínimas requeridas para os elementos de CSB em suas respectivas tabelas de CAE se baseiam em histórico de utilização pela indústria, buscam abranger a totalidade de poços existentes e, ao mesmo tempo, absorver incertezas que conduziram à obtenção de uma extensão efetiva inferior à extensão mínima nominal do CSB.

Esta abordagem prescritiva busca estabelecer bases de referência, porém deve-se observar que, tecnicamente, diferenças entre geometrias, diferenciais de pressão, materiais/aditivos utilizados e características das formações são determinantes para a devida funcionalidade requerida ao elemento de CSB.

Como exemplo, cita-se o elemento de CSB tampão de cimento (ver Tabela 3), onde é requerida extensão mínima de 30 m. Considerando-se uma formulação simplificada para determinação da extensão teórica requerida:

Δp = diferencial de pressão atuando sobre o tampão de cimento

A_t = área transversal do tampão de cimento

A_{iat} = área do tampão de cimento que se encontra aderida à parede interna do revestimento

τ = tensão de aderência entre tampão de cimento e parede interna do revestimento

D = diâmetro interno do revestimento em que o tampão se encontra posicionado

Força aplicada sobre o tampão de cimento = $F_{apl} = \Delta p \times A_t$

Força suportada pelo tampão de cimento = $F_{sup} = \tau \times A_{iat}$

$$A_t = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$A_{iat} = \pi \times D \times L$$

Na condição limite de falha, a força a que o tampão de cimento estaria submetido se igualaria à força suportada por sua aderência à parede interna do revestimento:

$$F_{apl} = F_{sup}$$

$$\Delta p \times A_t = \tau \times A_{lat}$$

$$\Delta p \times \frac{\pi}{4} \times D^2 = \tau \times \pi \times D \times L$$

Sendo assim, a extensão mínima aderida necessária para este elemento poderia ser estimada por:

$$L = \frac{\Delta p \times D}{4 \times \tau}$$

Desta forma, por exemplo, obtém-se que, para suportar um diferencial de pressão de 1.000 psi, um tampão de cimento instalado no interior de um revestimento com diâmetro interno 8,5" e tensão de aderência 50 psi, necessitaria de 42,5" (1,08 m) aderidos.

Em contrapartida, alterando-se o diferencial de pressão para 6.000 psi, em um revestimento com diâmetro interno 12,3" e tensão de aderência 30 psi, seriam necessários 615" (15,6 m).

Analogamente, para o elemento de CSB cimento em anular (Tabela 5), formulação similar poder ser exercitada, considerando a simplificação de aderência apenas na interface cimento x revestimento:

Δp = diferencial de pressão atuando sobre o cimento em anular

A_t = área transversal do cimento em anular

A_{lat} = área do cimento em anular que se encontra aderida à parede externa do revestimento

τ = tensão de aderência entre o cimento em anular e parede externa do revestimento

D = diâmetro da fase perfurada em que o cimento em anular se encontra posicionado

d = diâmetro externo do revestimento em que o cimento em anular se encontra posicionado

Força aplicada sobre o tampão de cimento = $F_{apl} = \Delta p \times A_t$

Força suportada pelo tampão de cimento = $F_{sup} = \tau \times A_{lat}$

$$A_t = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$$

$$A_{lat} = \pi \times d \times L$$

Na condição limite de falha, a força a que o cimento em anular estaria submetido se igualaria à força suportada por sua aderência à parede externa do revestimento:

$$F_{apl} = F_{sup}$$

$$\Delta p \times A_t = \tau \times A_{lat}$$

$$\Delta p \times \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) = \tau \times \pi \times d \times L$$

Sendo assim, a extensão mínima aderida necessária para este elemento poderia ser estimada por:

$$L = \frac{\Delta p \times (D^2 - d^2)}{4 \times \tau \times d}$$

Desta forma, por exemplo, obtém-se que, para suportar um diferencial de pressão de 1.000 psi, o cimento em anular instalado entre um revestimento com diâmetro externo 9,6" frente a um trecho perfurado com 12,25", e tensão de aderência 50 psi, necessitaria de 30,2" (0,77 m) aderidos.

Em contrapartida, alterando-se o diferencial de pressão para 6.000 psi, em um revestimento com diâmetro externo 9,6" frente a um trecho alargado com 14,75", e tensão de adesão 30 psi, seriam necessários 653,1" (16,6 m).

Esta abordagem simplificada ilustra que existem diferentes níveis de solicitação dos elementos de CSB sob condições específicas de cada poço. Assim, há espaço para que operadores, mediante a devida abordagem baseada em risco, avaliem a efetividade e adotem extensões de elementos de CSB inferiores àquelas indicadas nas respectivas tabelas de CAE. Nesta análise, devem ser considerados aspectos como:

- » Pressão interna potencial atuando no elemento de CSB;
- » Geometria dos elementos de CSB e interfaces;
- » Qualidade, propriedades e integridade do material componente do elemento de CSB;
- » Aderência e/ou resistência nas interfaces do elemento de CSB com outros elementos;
- » Características da formação selante adjacente (resistência mecânica, existência de fraturas ou falhas no entorno)
- » Efeitos de temperatura e químicos atuando sobre o elemento;
- » Potenciais novos caminhos de vazamento em função da extensão reduzida.

Esta análise deve ser documentada e referenciada como Critério de Aceitação para a extensão do elemento de CSB no caso específico.

4.3.3 Requisitos para poço aberto

Os requisitos estabelecidos no item 2 aplicam-se a qualquer intervalo pertinente existente no trecho de poço aberto.

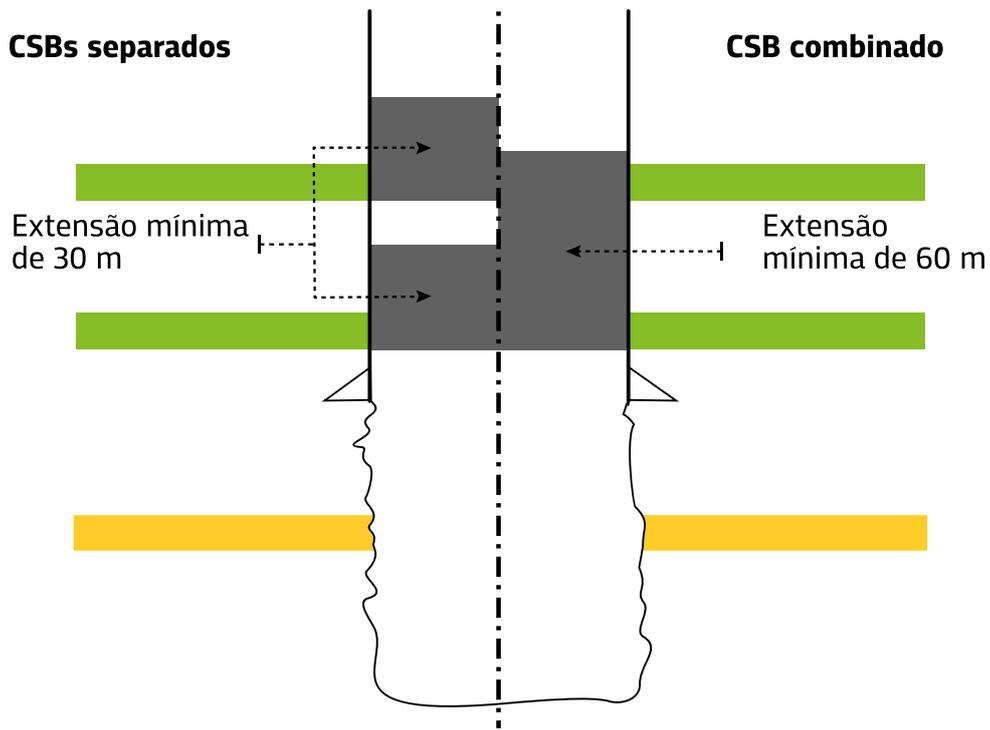
Sem prejuízo às quantidades de CSB indicadas no item 2, é necessário o posicionamento de um CSB permanente no interior do último revestimento cimentado ou na transição do poço aberto/poço revestido, caso não seja previsto nenhum CSB em poço revestido.

Nota: Em poço marítimo, este CSB pode ser dispensado caso, adicionalmente, o poço não tenha avançado além da primeira fase.

Em caso de existência de *liner*, com *overlap* não cimentado, acima de intervalo com incerteza geológica não desprezível quanto à caracterização de intervalo pertinente, um tampão de cimento ou material alternativo também deve ser instalado acima do topo do *liner*. Este tampão não compõe CSB a priori, mas servirá para isolar qualquer formação exposta abaixo do *overlap* para o interior do poço e deverá ser verificado.

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.

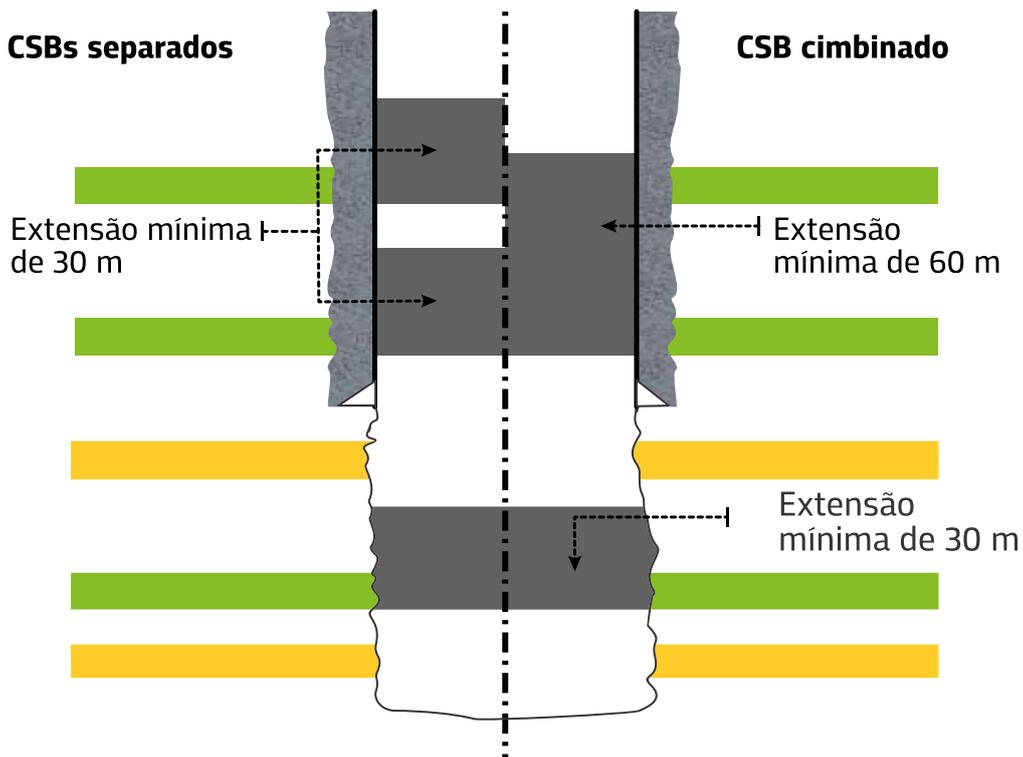
Figura 19 – Exemplo de CSBs permanentes separados e combinado para isolamento de intervalo de poço aberto com potencial de fluxo



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os intervalos com potencial de fluxo no trecho de poço aberto que não estejam naturalmente conectados e que o fluxo entre os mesmos seja inadmissível (ver item 2.1) devem ser isolados entre si por 1 (um) CSB permanente, conforme Figura 20.

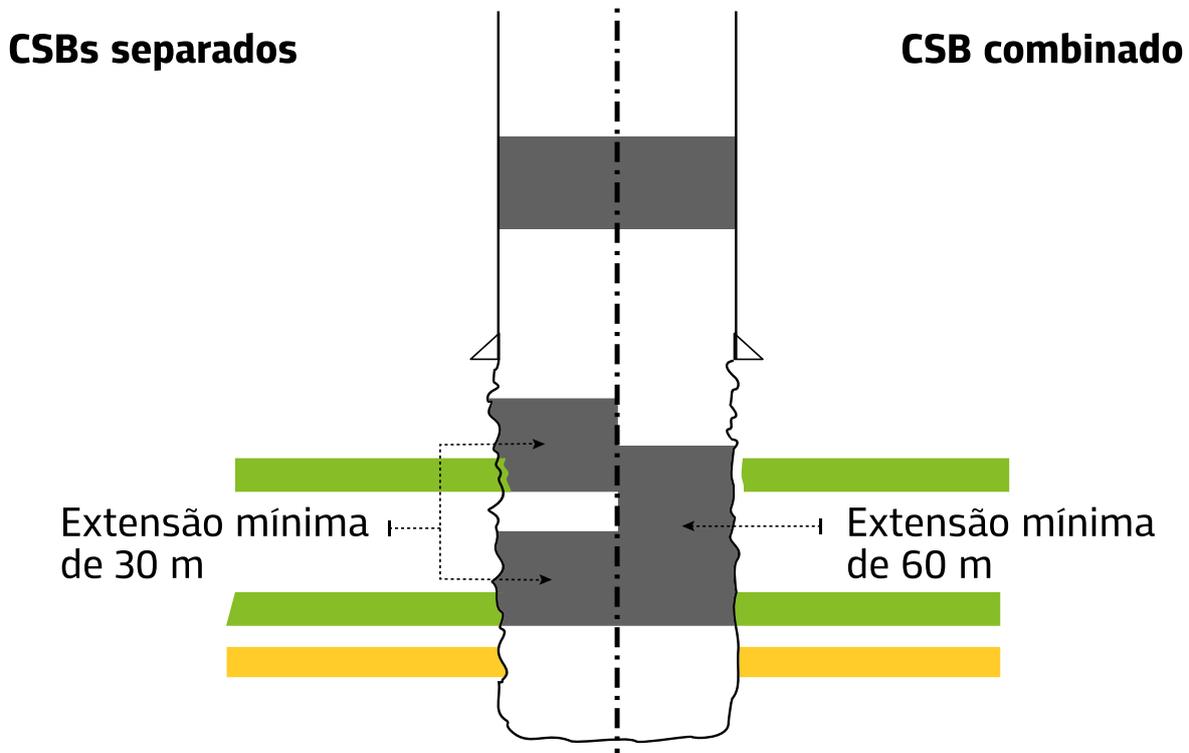
Figura 20 – Exemplo de CSB permanente em poço aberto para isolamento entre zonas



Fonte: Elaborada pelos autores.

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, o que for mais profundo, podendo ser CSBs separados ou combinado.

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



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3.4 Requisitos para poço revestido

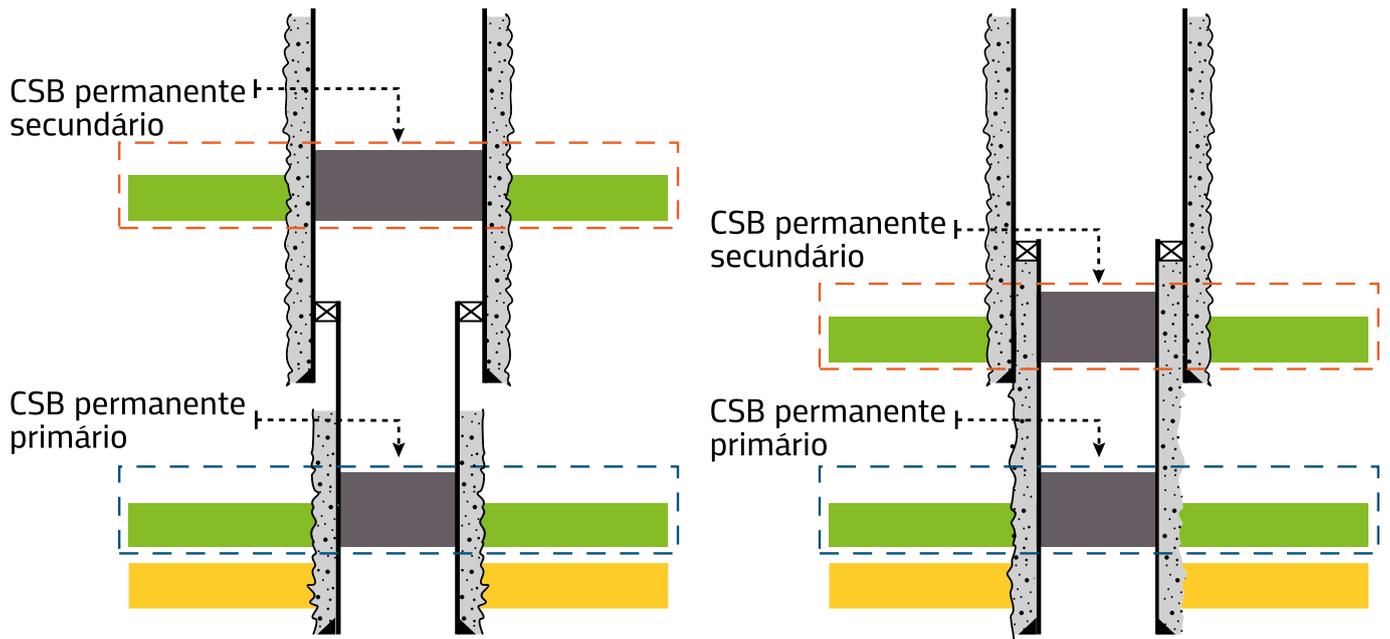
Os requisitos estabelecidos no item 2 aplicam-se a qualquer intervalo com potencial de fluxo existente no trecho de poço revestido.

O isolamento do topo do *liner* com tampão de cimento ou material alternativo não é mandatório, sem prejuízo dos demais procedimentos de abandono, caso:

- » Seja possível instalar, entre o topo do *liner* e o topo do intervalo pertinente, o(s) CSB(s) necessário(s) para isolamento do meio externo e, quando for o caso, entre formações;
- » O *overlap* do *liner* esteja cimentado ou seja desprezível o risco de existência de intervalo pertinente no trecho de poço entre a sapata do revestimento e o topo da cimentação em anular do *liner* (ver item 4.3.3).

A Figura 22 ilustra duas possibilidades, sendo que, na configuração (a), optou-se por estabelecer o CSB secundário acima do topo do *liner*, de forma a mitigar o risco de incerteza geológica abaixo do trecho de *overlap* não cimentado, enquanto que, na configuração (b), ambos os CSBs foram estabelecidos no interior do *liner*.

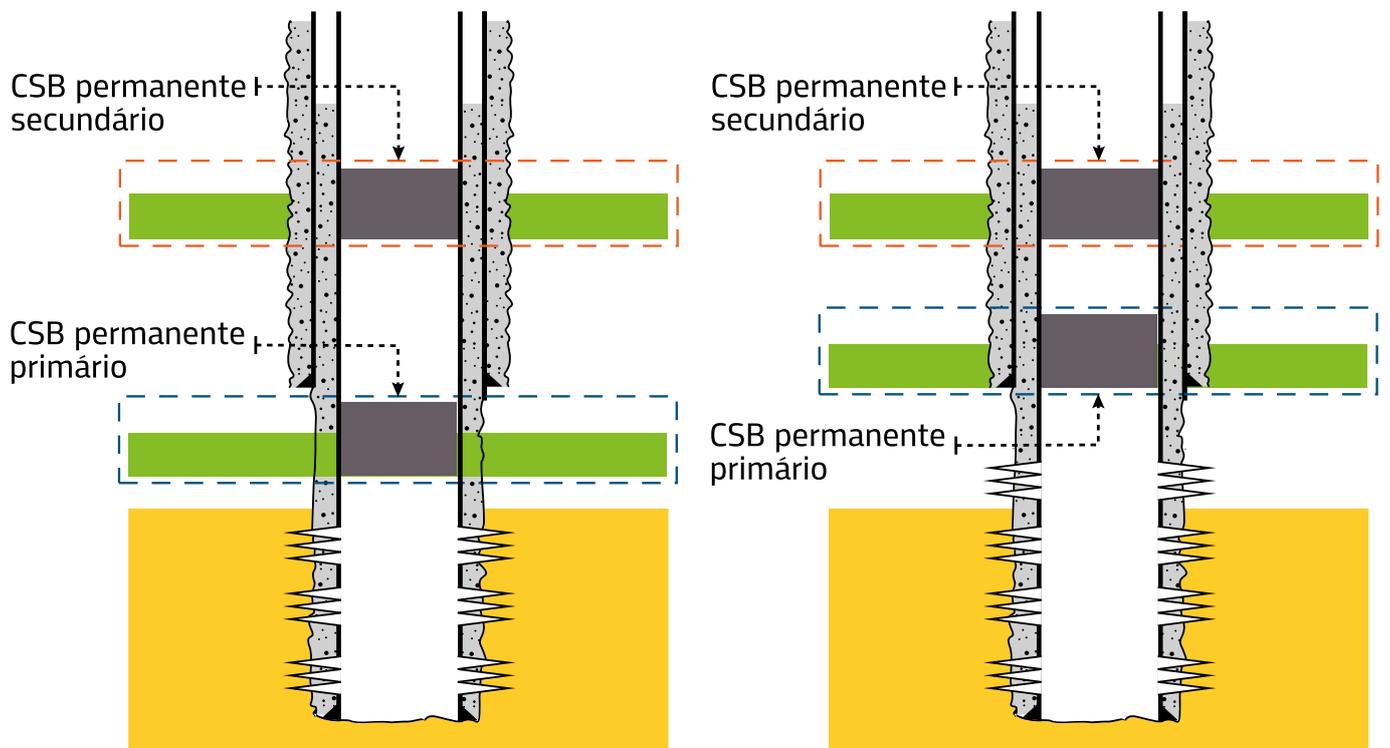
Figura 22 – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço com *liner*



Fonte: Elaborada pelos autores.

Em caso de revestimento canhoneado, posicionar 2 (dois) CSBs permanentes acima do topo do intervalo pertinente, conforme exemplo mostrado na Figura 23.

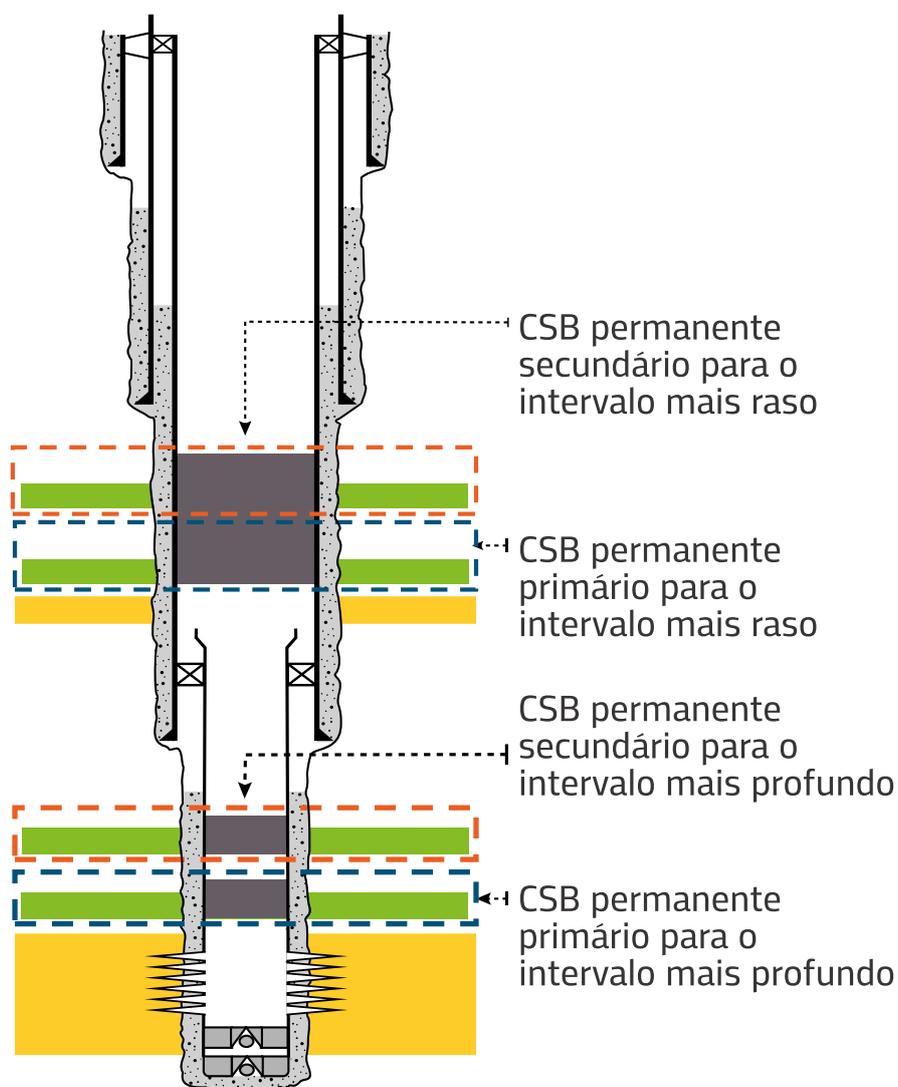
Figura 23 – Exemplos de CSBs para abandono permanente de poço canhoneado



Fonte: Elaborada pelos autores.

A formação selante dos CSB permanentes, inclusive aqueles instalados em poço revestido, deve ter competência suficiente para suportar a pressão interna potencial da formação que se deseja isolar (ver item 4.3.1). A Figura 24 ilustra um poço abandonado, permanentemente, no qual as formações selantes integrantes 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



Fonte: Elaborada pelos autores.

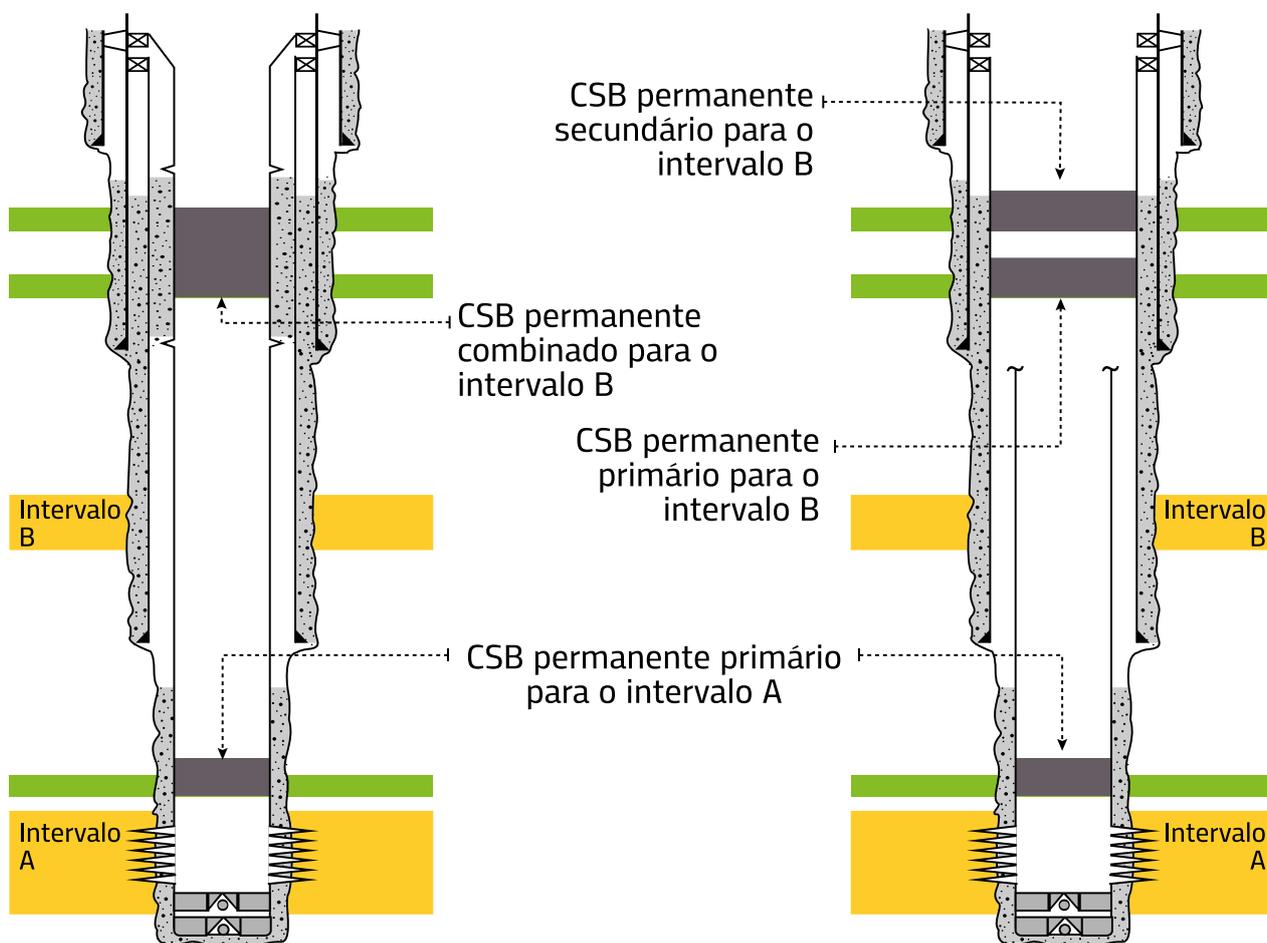
Nos casos em que o elemento no(s) anular(es) do(s) revestimento(s) não atende aos critérios estabelecidos na respectiva tabela de CAE, pode haver a necessidade de operações complementares para instalação de uma nova barreira ou correção deste elemento durante a intervenção de abandono do poço.

Esta recomposição do elemento 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 (ver item 5.7);
- » destruição de um trecho (*milling*) do revestimento para expor o anular e permitir o posicionamento de tampão de cimento ou material alternativo neste trecho (ver item 5.8);
- » perfuração, limpeza e posicionamento de cimento em trecho pertinente, técnica normalmente conhecida como PWC (ver item 5.9).

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



Fonte: Elaborada pelos autores.

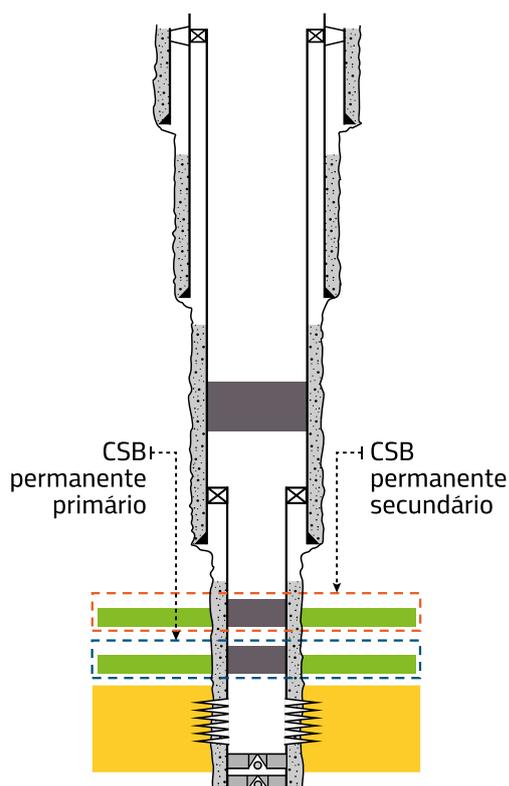
4.4 Cenários típicos de abandono permanente

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 6.2).

Um exemplo de configuração de CSBs de abandono permanente em um poço com um intervalo com potencial de fluxo canhoneado e com incerteza geológica não desprezível no trecho de poço entre a sapata do revestimento e o topo da cimentação em anular do *liner* está mostrado na Figura 26.

Figura 26 – Exemplo de abandono permanente de poço canhoneado

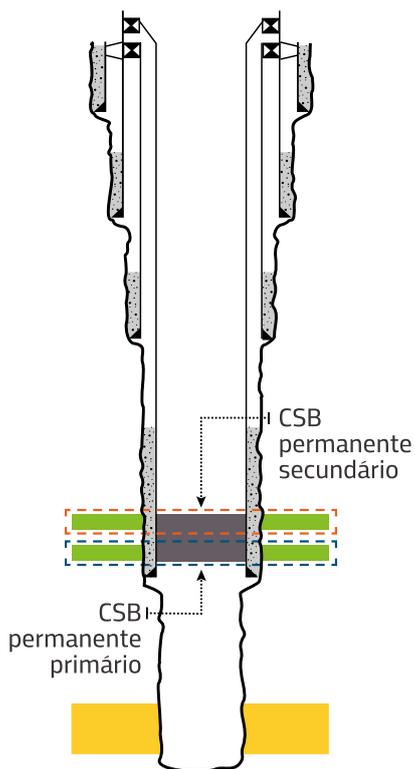


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3

Fonte: Elaborada pelos autores.

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

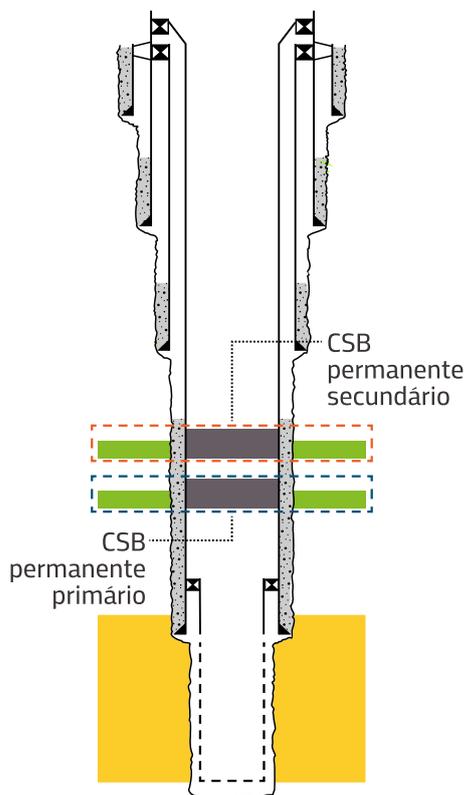
Figura 27 – Exemplo de abandono permanente após a perfuração, com isolamento de intervalo com potencial de fluxo no poço aberto



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
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

Fonte: Elaborada pelos autores.

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



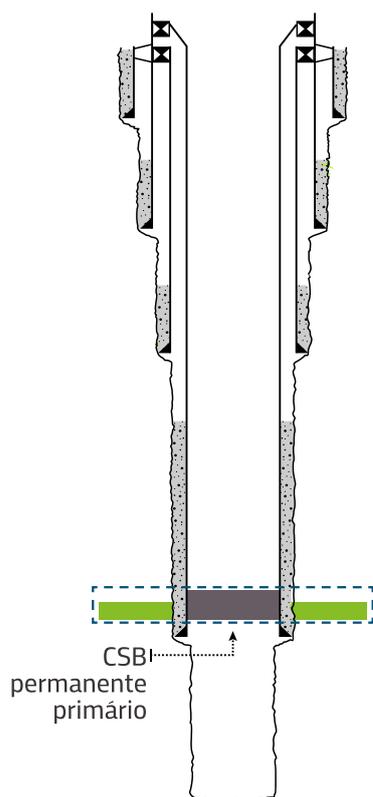
Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3
CSB Secundário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em situações particulares onde não são encontrados intervalos pertinentes 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.

Para os elementos deste CSB, critérios de aceitação diferenciados em relação aos expostos nas tabelas de CAE constantes no item 6.2 podem ser definidos e adotados pelos operadores, considerando-se o menor nível de exposição ao risco e particularidades dos elementos utilizados neste cenário específico.

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

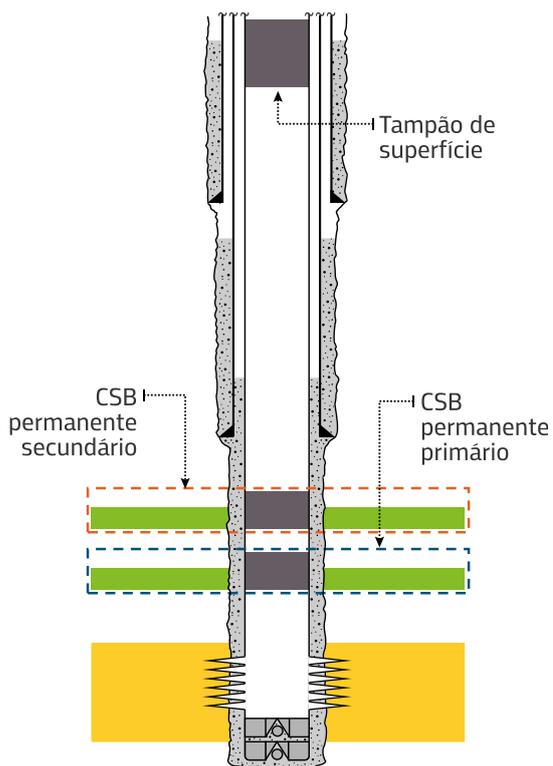


Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3

Fonte: Elaborada pelos autores.

O abandono permanente de poços terrestres ou marítimos situados em LDA de até 100 m é concluído com a instalação e verificação dos CSB permanentes necessários. Entretanto, para finalizar as operações de descomissionamento, devem ser efetuados o arrasamento por meio da remoção da cabeça de poço, o corte dos revestimentos até a base do antepoço (no caso de poços terrestres) ou a 3 m abaixo do leito marinho (no caso de poços marítimos em LDA de até 100 m) e a instalação do tampão de superfície, conforme ilustrado na Figura 30.

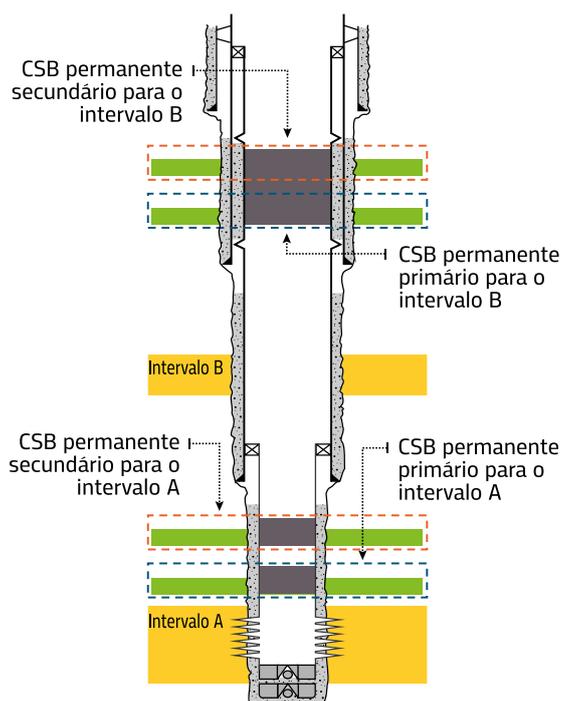
Figura 30 – Exemplo de abandono permanente de poço terrestre



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
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

Fonte: Elaborada pelos autores.

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



Elementos de CSB	Tabela do item 2.2
CSB Primário (Intervalo A)	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3
CSB Secundário (Intervalo A)	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento	3
CSB Primário (Intervalo B)	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (fase 2)	2,5
Revestimento cimentado (fase 3)	2,5
Tampão de cimento	3
CSB Secundário (Intervalo B)	
Formação selante	8
Revestimento cimentado (fase 2)	2,5
Revestimento cimentado (fase 3)	2,5
Tampão de cimento	3

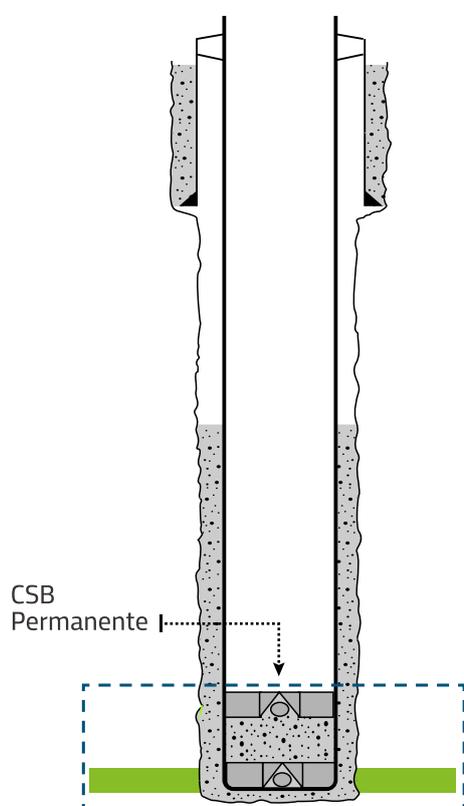
Fonte: Elaborada pelos autores.

Na operação de construção das primeiras fases do poço em que não forem evidenciados intervalos pertinentes, é possível realizar abandono permanente com apenas 1 (um) CSB, conforme ilustrado na Figura 32. Um exemplo desta situação é o abandono permanente após *top hole drilling* (em poços marítimos, corresponde à perfuração das fases sem BOP).

Em poços marítimos, este CSB pode ser dispensado quando apenas a Fase 1 do poço tiver sido construída, uma vez que são atravessadas tipicamente formações inconsolidadas. Neste sentido, recomenda-se que esta fase não seja revestida de forma a estimular a ocorrência de colapso (desmoronamento) natural das paredes do poço.

Para este CSB, elementos e critérios de aceitação diferenciados em relação aos expostos nas tabelas de CAE constantes no item 6.2 podem ser definidos e adotados pelos operadores, considerando-se o menor nível de exposição ao risco e particularidades dos elementos utilizados neste cenário específico.

Figura 32 – Exemplo de abandono permanente de poço revestido sem intervalos pertinentes



Elementos de CSB	Tabela do item 6.2
CSB Primário	
Formação selante	8
Revestimento cimentado	2,5
Tampão de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado	3 ou 7

Fonte: Elaborada pelos autores.

5 SITUAÇÕES PARTICULARES

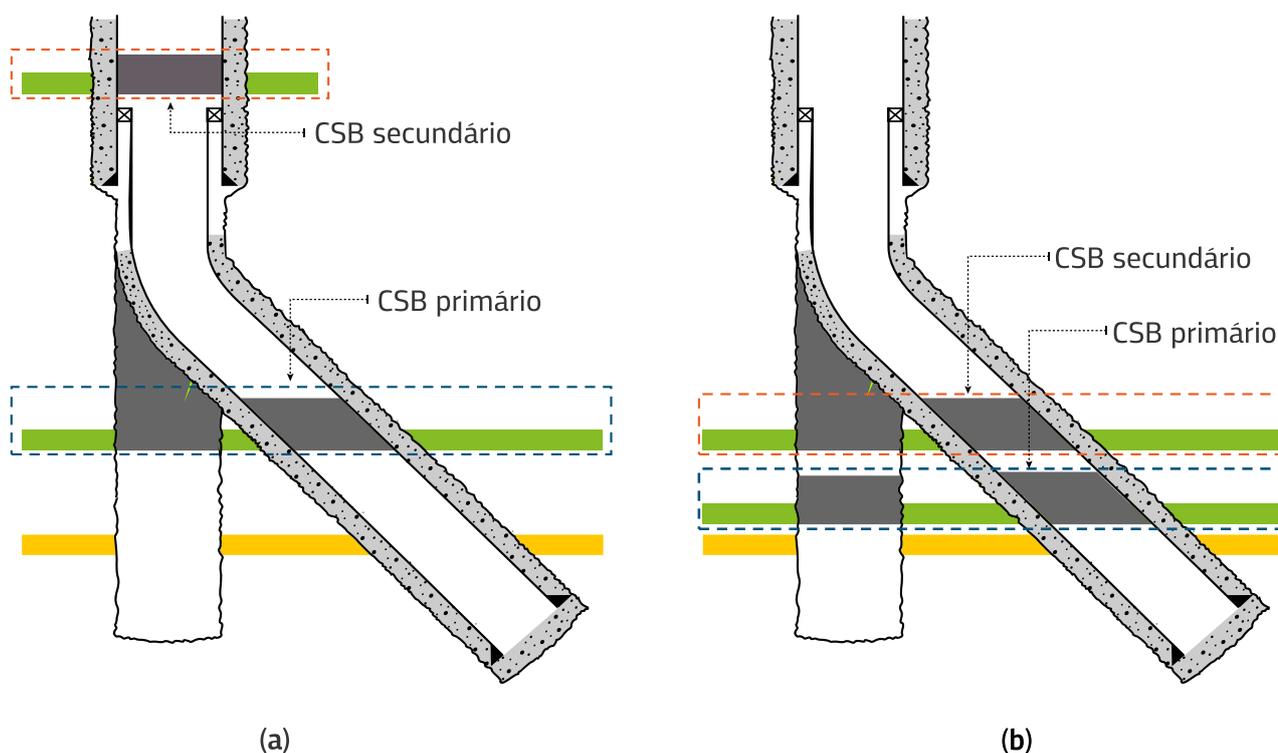
5.1 Desvio de poço

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 (ver item 4.3.2).

Na Figura 33, 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 33a) e 2 (dois) CSBs independentes em cada perna (Figura 33b).

Figura 33 – 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



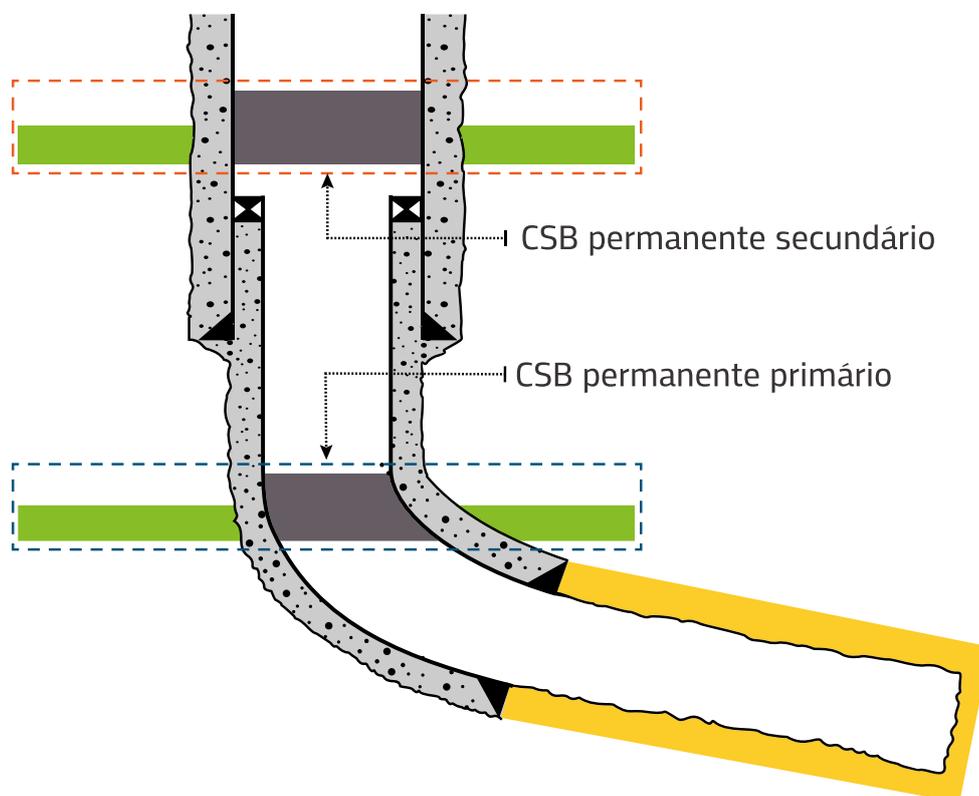
Fonte: Elaborada pelos autores.

5.2 Poços horizontais ou de alta inclinação (poços $> 70^\circ$)

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 trechos horizontais ou de alta inclinação.

Os trechos horizontais e de alta inclinação apresentam dificuldades adicionais relacionadas à obtenção do isolamento em razão da inclinação dificultar o posicionamento satisfatório da pasta de cimento no trecho. Aditivos e materiais alternativos podem ser utilizados, buscando maximizar a probabilidade de sucesso na instalação dos elementos de CSB permanentes. A Figura 34 ilustra o caso em que há somente um intervalo pertinente em trecho de alta inclinação.

Figura 34 – Exemplo de CSBs permanentes em poço de alta inclinação



Fonte: Elaborada pelos autores.

5.3 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:

- » Possibilidade de dificuldade em acessar alguma(s) da(s) perna(s), caso seja necessário para o devido estabelecimento dos CSBs permanentes;
- » Possibilidade de diferentes regimes de pressão nos vários 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 33, caso os elementos de CSB satisfaçam seus respectivos critérios de aceitação e posicionamento.

5.4 Intervalos rasos sobrepresurizados e poços de investigação

Todo intervalo raso sobrepresurizado deve ter sua necessidade de isolamento avaliada conforme item 2.1, considerando o tipo de fluido bem como a sua capacidade de sustentar o fluxo a ponto de torná-

lo inadmissível. Caso seja indicada necessidade de isolamento deste intervalo para o meio externo, devem ser estabelecidos 2 (dois) CSBs permanentes, sem prejuízo à instalação de outros CSBs e/ou tampões requeridos neste Caderno de Boas Práticas.

Para o abandono permanente de poço de investigação, primeiramente, os objetivos deste poço devem ser identificados. Caso tenha como um dos objetivos a investigação de *shallow hazards*, devido à incerteza da área a ser perfurada, deve-se, sem prejuízo à instalação de outros CSBs e/ou tampões requeridos neste Caderno de Boas Práticas:

- » Estabelecer 2 (dois) CSBs permanentes verificados por confirmação por peso ou por outros (inspeção visual confirmando ausência de fluxo após instalação dos CSBs), caso seja atravessado intervalo pertinente;
- » Estabelecer um tampão de cimento, com extensão mínima de 60 m, caso não haja intervalos pertinentes identificados no momento em que o poço for abandonado. Neste caso, fica dispensada a verificação do tampão.

Este tampão de cimento deve ser posicionado no fundo do poço, para mitigar o risco de existência de *shallow hazard* próximo (abaixo) da profundidade onde se interrompeu a perfuração ou em trecho mais raso, caso persista incerteza quanto à existência de intervalo pertinente no trecho perfurado, cabendo ao operador avaliar e identificar o local mais adequado.

No caso de poço marítimo que se destina exclusivamente a investigar outras (que não *shallow hazard*) características das formações, como, por exemplo, aspectos de geomecânica, e a perfuração não atravessa intervalo com potencial de fluxo nem aquífero, dispensa-se a execução de tampão de cimento. Nestes casos, recomenda-se que, ao final da perfuração, seja posicionado fluido no poço que estimule o colapso natural para fechamento das formações atravessadas.

5.5 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 e, neste caso, não haveria ação a ser tomada pelo operador. 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.

5.6 Descarga de fluidos

Escapes e vazamentos são eventos indesejáveis e não necessariamente indicam falha de um elemento de CSB. Situações como limpeza deficiente acima dos elementos do CSB mais raso, acúmulo de fluido em cavidades liberado durante desconexão de equipamentos ou liberação decorrente de atrito entre superfícies são possíveis de ocorrer, durante e/ou após a intervenção de abandono, e devem ter atuação com abordagem de risco ALARP.

Desta forma, o operador deve, além de proceder com a comunicação de incidente conforme resolução vigente, identificar e implementar a alternativa mais adequada a ser seguida, com base na avaliação de aspectos como:

- » tipo de fluido;
- » intensidade do escape/vazamento;
- » potencial de dano às pessoas e ao meio ambiente;
- » elementos de CSB instalados;
- » verificações realizadas nos elementos de CSB;
- » esforço para inspecionar a evolução do evento;
- » esforço para atuar, cessar o evento e concluir as operações.

5.7 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 atender aos critérios estabelecidos na Tabela 9.

Se a formação for avaliada como sendo geologicamente homogênea e contínua lateralmente, então ela pode ser qualificada, fazendo com que, em poços subsequentes na área, seja possível simplificar o processo de verificação do elemento de CSB, conforme definido na tabela mencionada.

5.8 Corte de revestimento

Em situações em que o isolamento anular não é assegurado no cimento em anular, uma das opções é a operação de corte e remoção do revestimento para posicionar CSB acima do ponto de corte (ver item 4.3.4).

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 indício de *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.

Uma vez finalizada a remoção do revestimento em extensão suficiente para posicionamento do CSB acima da profundidade de corte, as tabelas de CAE dos respectivos elementos a serem instalados devem ser seguidas.

5.9 Destruição de revestimento (*Section milling*)

A operação de *section milling* é utilizada quando se deseja ganhar acesso ao anular de um ou mais revestimentos por meio da sua destruição ao longo de determinada extensão.

Esta técnica é aplicada como alternativa à instalação ou à recomposição de elemento de CSB no anular do revestimento em questão (ver item 4.3.4), fazendo com que apenas o elemento de CSB no interior do poço, tipicamente tampão de cimento ou material alternativo, necessite ser instalado para que o CSB seja obtido.

Como ponto de atenção, deve-se avaliar a geração de resíduos metálicos (*swarf*) oriundos da operação de destruição, que requer capacidade de remoção destes até a superfície, bem como a sua separação, evitando que sejam recirculados para o poço. Ademais, deve-se avaliar o risco que estes resíduos podem representar para equipamentos instalados no poço, incluindo o BOP de perfuração.

5.10 PWC (*Perforate, Wash and Cement*)

A técnica PWC é aplicável a cenários de poços onde haja necessidade de estabelecimento ou correção do elemento de CSB existente no anular do(s) tubular(es) (ver item 4.3.4). Nesta técnica, um BHA é descido e executa as três operações necessárias, que resultam tanto no elemento de CSB no anular quanto no interior do(s) tubular(es):

- » Perfuração: etapa onde a totalidade da extensão em que será posicionado o CSB é perfurada para que o interior do poço e o(s) anular(es) seja(m) comunicado(s) hidráulicamente;
- » Limpeza: etapa onde se executa circulação/jateamento para remoção do material existente no(s) anular(es), deixando-o(s) em condição adequada à colocação do elemento de CSB que será posicionado na terceira etapa;
- » Cimentação: etapa onde se efetua o bombeio e deslocamento da pasta de cimento ou material alternativo, buscando-se que esta preencha satisfatoriamente o(s) anular(es) e o interior do(s) tubular(es).

Para fins de verificação dos elementos de CSB, deve-se considerar:

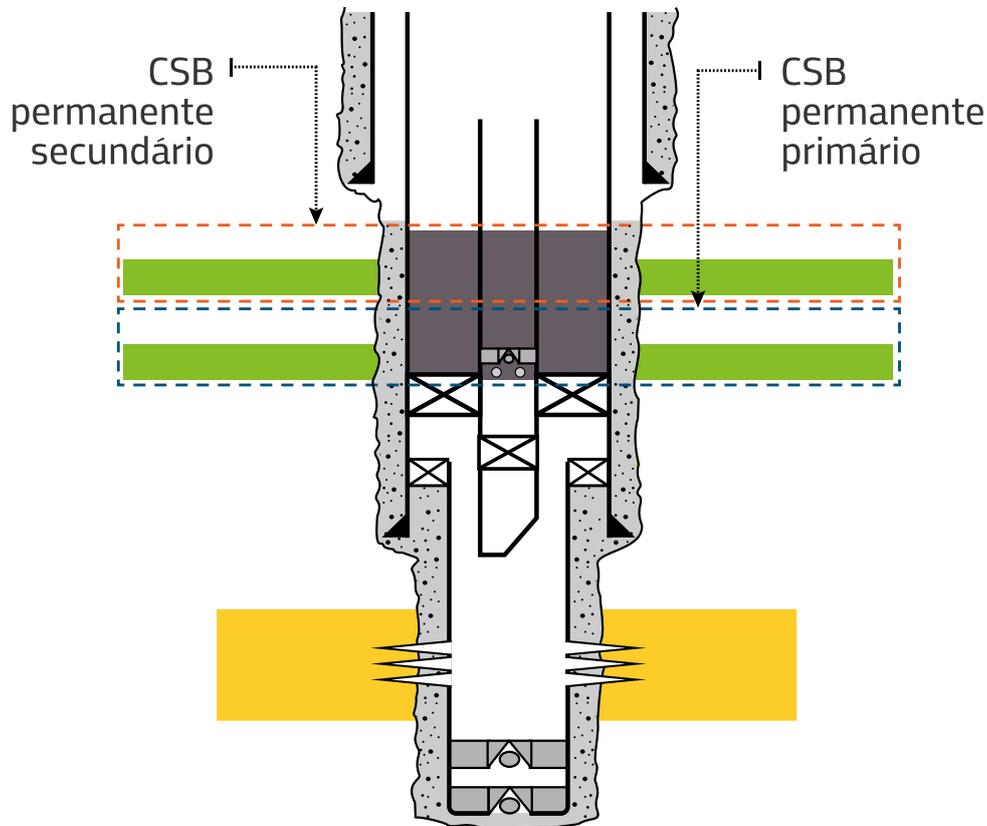
- » Elemento no interior do tubular de menor diâmetro: tampão de cimento ou material alternativo, devendo atender respectivamente às Tabelas de CAE 3 ou 4;
- » Elemento no anular do(s) tubular(es): cimento ou material alternativo em anular por PWC, devendo atender à Tabela de CAE 31.

5.11 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 formação selante e, caso seja aplicável, também entre revestimentos.

Os elementos de CSB instalados nas operações *through-tubing* no interior e anular(es) do(s) tubular(es) devem atender aos critérios estabelecidos nas respectivas tabelas de CAE (ver item 6.2). A Figura 35 apresenta um exemplo de abandono *through-tubing* de poço revestido.

Figura 35 – Exemplo de abandono *through-tubing*



Fonte: Elaborada pelos autores.

5.11.1 Abandono *through-tubing* em trechos com cabos e linhas de controle/injeção química

Cabos e linhas de controle/injeção química podem estar presentes em CSBs permanentes, mediante abordagem baseada em risco onde sejam mitigados em nível ALARP os riscos associados à existência de caminhos potenciais para vazamento.

Deve-se analisar a condição proposta para posicionamento dos CSBs permanentes, mediante avaliação de riscos que considere:

- » Se serão realizadas operações, previamente ao posicionamento dos CSBs permanentes, para:
 - seccionamento dos cabos e linhas de controle, eliminando sua continuidade mecânica e hidráulica; ou
 - plugueamento das linhas de controle/injeção química nos trechos onde serão instalados os CSBs permanentes; ou
 - destruição (*milling*) integral do trecho de coluna, em conjunto com cabos e linhas de controle/injeção química, mediante aplicação de novas tecnologias, como *thermite*, plasma ou laser.

- » A extensão de cabo e linhas de controle/injeção química que estará presente no CSB permanente;
- » A extensão dos CSBs permanentes propostos;
- » Os métodos de posicionamento e de verificação propostos para os elementos de CSB;
- » O tipo de linha e/ou cabo, por exemplo: cabo de BCS, cabo de PDG, linha de injeção química, linha de controle;
- » O material de encapsulamento do cabo e/ou linha de controle/injeção química;
- » A análise de degradação dos materiais de cabos e/ou linhas de controle/injeção, levando em consideração ambiente de temperatura e fluido;
- » A existência de danos ao cabo e/ou à linha de controle/injeção química durante instalação ou operação;
- » Os materiais que serão utilizados para obtenção dos isolamentos na circunvizinhança dos cabos e/ou linhas de controle/injeção química, podendo-se considerar o uso de materiais alternativos de isolamento e suas propriedades, incluindo a de autorregeneração;
- » Os materiais que serão utilizados para obtenção dos isolamentos no interior das linhas de controle/injeção química;
- » Possíveis caminhos de vazamento pelas interfaces entre os materiais e o interior de linhas de controle/injeção química;
- » Modos de falha de vazamento.

Casos onde o operador não remova previamente os cabos e linhas de controle/injeção contínuos dos trechos onde serão posicionados os CSBs permanentes, mas que avalie tecnicamente – sob a ótica das boas práticas da indústria – a viabilidade no abandono permanente *through-tubing* nestes trechos devem ser previamente alinhados com o regulador, considerando-se a prescrição atualmente existente no Regulamento Técnico do SGIP.

5.12 Abandono permanente com retirada de coluna de produção/injeção a mar aberto

A técnica de abandono permanente com retirada de coluna de produção/injeção a mar aberto consiste em uma alternativa para desequipar o poço e instalar os CSBs permanentes sem a utilização do sistema BOP de perfuração.

Ressalta-se que, embora não seja utilizado BOP de perfuração, permanece o requisito geral de 2 CSBs independentes durante todas as etapas da intervenção de abandono permanente, o que inclui o período das operações a mar aberto.

Esta técnica apresenta o potencial de viabilizar intervenção de abandono permanente, onde a retirada de coluna seja requerida, em cenários complexos, como:

- » Poços com estrutura de poço fragilizada ou poços antigos com disponibilidade restrita de informações acerca da resistência da estrutura do poço, tornando a instalação do conjunto BOP de perfuração não recomendada devido às incertezas;
- » Poços cuja *riser analysis* indique esforço excessivo, oriundo da operação com o sistema BOP de perfuração, na estrutura do poço;

- » Poços em LDA rasas utilizando unidade de posicionamento dinâmico (DP), mitigando impacto de operações sobre leito marinho ambientalmente sensível ou onde haja dificuldade em estabelecer ancoragem devido à presença de obstáculos submarinos.

A técnica ainda apresenta algumas vantagens comparativamente à operação realizada pelo interior do sistema BOP de perfuração, o que faz com que seja potencialmente vantajosa mesmo em casos onde este sistema fosse possível de ser utilizado. Neste sentido, pode-se listar:

- » Mitigação de riscos operacionais para retirada do suspensor de coluna: evita queda de detritos oriundos das juntas de *riser* de perfuração sobre o suspensor da coluna de produção/injeção, permite acompanhamento visual e intervenções auxiliares por meio de ROV (para limpeza, por exemplo), assim como possibilita diagnóstico com melhor precisão acerca de situações em que não se verifica liberação da coluna;
- » Mitigação de riscos pessoais/ocupacionais: evita a necessidade de operações para limpeza e manuseio das juntas de *riser* em superfície, elimina manobras de instalação e retirada de BOP e *risers* de perfuração.

Para aplicação da técnica, o operador deve considerar riscos e estabelecer ações mitigadoras, considerando a indisponibilidade do BOP de perfuração e os CSBs que estarão instalados durante as operações a mar aberto.

5.13 Intervenções *riserless*

As etapas iniciais de intervenção de abandono em poços submarinos completados até a Árvore de Natal podem ser executadas sob duas filosofias:

- Riserbased*: onde o sistema que vincula a unidade de intervenção ao poço é do tipo rígido, fazendo uso de *risers* de *workover*, como, por exemplo, DPR, *riser dual bore* ou *riser* concêntrico. Neste sistema, as operações de acesso mecânico ao poço ocorrem mediante manobra pelo interior destes tubulares e nota-se a típica presença de equipamentos de pressão de superfície, compostos geralmente por lubrificadores e BOP;
- Riserless*: onde não há sistema rígido vinculando a unidade de intervenção ao poço. Neste sistema, o equipamento de controle de pressão (lubrificadores e BOP de *workover*) é submarino, de forma que os BHAs para acesso mecânico ao poço, quando for o caso, são descidos ao longo da LDA – podendo ter contato com a água do mar – até a profundidade da cabeça do poço, quando então se executa a conexão ao poço.

Comparativamente ao sistema *riserbased*, a operação com sistema *riserless* apresenta as vantagens potenciais de reduzir os esforços aplicados sobre a cabeça do poço submarino e de ter menor duração no tempo de manobra das ferramentas submarinas de intervenção, sendo que, em ambos os casos, permanece o requisito geral de 2 (dois) CSBs independentes durante todas as etapas da intervenção.

A operadora deve avaliar a adequação entre o sistema *riserless* proposto para a intervenção e o escopo previsto, considerando suas eventuais limitações. Neste sentido, por exemplo, pode-se concluir que um sistema *riserless* que não permita a operação com flexitubo não é adequado para a intervenção em um determinado poço particular.

5.14 Aprisionamento de fontes radioativas no poço

No caso de perda de fontes radioativas no poço, a companhia proprietária da fonte radioativa deve realizar as comunicações com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), de acordo com a Resolução CNEN 252/2019 ou normativo que venha a sucedê-la, enquanto a Operadora deve fazer a comunicação junto à ANP, de acordo com o Manual de Comunicação de Incidentes de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural.

Uma vez decidido pelo isolamento e abandono da fonte radioativa no poço, a Operadora deve comunicar oficialmente à companhia proprietária da fonte radioativa a decisão do abandono, a qual, por sua vez, deve assessorar e acompanhar a operação de abandono, conforme previsto no Art. 43 da Resolução CNEN 252/2019.

Para o abandono, a fonte radioativa deve ser localizada o mais acuradamente possível (inspeção e verificação) e isolada conforme inciso IX do Art. 44, §1º da Resolução citada, com o objetivo principal de fixar a fonte no local e isolá-la do movimento potencial de fluido, sem prejuízo à instalação de outros CSBs e/ou tampões requeridos neste Caderno de Boas Práticas:

“IX - espessura do tampão de cimento a ser instalado, com no mínimo de 60 metros, para ferramentas com fontes emissoras de radiação gama ou de nêutrons. Para o caso de abandono de geradores de nêutrons, com fontes de trítio com atividade abaixo de 1110 GBq (30 Ci), não faz-se necessária extensa cimentação sobre a ferramenta, devendo esta espessura estar definida em procedimento da instalação”.

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.

5.15 Operações de abandono não planejadas

Ao realizar intervenções para construção, manutenção ou abandono temporário de poço, a Operadora pode se deparar com situação na qual a opção técnica e/ou econômica mais adequada seja:

- i. O abandono temporário com a instalação de CSBs permanentes;
- ii. O abandono temporário com a instalação de CSBs temporários, o que pode incluir a realização de operações de difícil reversibilidade;
- iii. O abandono permanente.

Considerando a solicitação de prévia notificação ao regulador em caso de intenção de abandono permanente, prescrita no Regulamento Técnico do SGIP, pode haver conflitos entre a celeridade operacional necessária para a manutenção da segurança, a interpretação do contexto e o prazo para atendimento ao requisito regulatório. De forma geral e orientativa, o operador deve executar as etapas abaixo, não necessariamente na ordem em que se apresentam, respeitando os princípios da preservação da segurança das pessoas e meio ambiente, boa fé, transparência junto ao regulador e economicidade:

- » Iniciar interlocução com o regulador da forma mais célere possível, buscando esclarecer a possibilidade identificada de comprometimento do poço;

- » Previamente ao início de operação irreversível de abandono, proceder, caso pertinente, com o envio da documentação necessária para atendimento aos requisitos regulatórios de abandono permanente;
- » Executar a operação técnica e economicamente mais adequada, atendendo às prioridades de segurança das pessoas, meio ambiente e operacional.

5.16 Aplicação da abordagem de risco ALARP

Conforme definição estabelecida no Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) e incorporada neste Caderno de Boas Práticas, define-se ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) como o "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".

Desta forma, para argumentar aderência ao conceito ALARP, pressupõe-se a comparação entre, pelo menos, dois cenários:

- i. Interrupção das operações que possuíam um determinado objetivo, assumindo-se os respectivos riscos residuais;
- ii. Prosseguimento das operações para atingimento deste determinado objetivo, incorrendo-se em esforço adicional, buscando-se mitigar os riscos residuais do cenário anterior.

Esta avaliação comparativa entre cenários pode ser realizada por meio de metodologia qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa. A Figura 36 ilustra uma metodologia semiquantitativa, que pode ser ajustada para o caso avaliado, onde os aspectos comparados devem ser estabelecidos sob um mesmo racional lógico (por exemplo, maior → pior), permitindo a consolidação dos resultados:

Figura 36 – Exemplo de metodologia para avaliação comparativa entre alternativas

Aspectos		Peso	Alternativas					
			Alternativa 1		Alternativa 2		...	
			Nota	Comentário	Nota	Comentário	Nota	Comentário
Risco residual	Probabilidade do risco (residual) de...							
	Severidade do risco de...							
NOTA PONDERADA ($\sum \text{Peso} \times \text{Nota} / \sum \text{Peso}$)								
Sacrifício adicional	Custo financeiro para implementar a alternativa							
	Tempo para implementar a alternativa							
	Esforço técnico para implementar a alternativa							
	Dificuldade/complexidade na disponibilização de recursos necessários para implementar a alternativa							
	Probabilidade de insucesso na implementação da alternativa							
	...							
NOTA PONDERADA ($\sum \text{Peso} \times \text{Nota} / \sum \text{Peso}$)								

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na medida em que questões sejam avaliadas, recomenda-se que o operador estabeleça padrões de forma a manter a uniformidade de decisão.

Um exemplo de aplicação da abordagem de risco ALARP para tomada de decisão pode ser ilustrado com o caso em que se verifica dificuldade ou impossibilidade em acessar a profundidade requerida para instalação de CSB permanente em aderência às respectivas diretrizes (ver item 4). Neste caso, é possível realizar avaliação das alternativas técnicas existentes para o abandono, o que poderá incluir opções não convencionais, como, por exemplo, o posicionamento de elementos de barreira frente a uma formação permeável ou com baixa resistência. Esta opção pode se mostrar a mais adequada, em uma abordagem de risco ALARP, na medida em que o risco de fluxo através desse isolamento seja

improvável e/ou de baixa severidade, quando comparado ao esforço e aos riscos residuais de outras alternativas.

Casos em que a aplicação da abordagem de risco ALARP identifique como opção tecnicamente mais adequada uma que contenha violação a requisito regulatório, devem ser tratados junto ao regulador anteriormente à sua implementação.

5.17 Equivalência a elemento de CSB

Casos em que a funcionalidade de um elemento de barreira esteja limitada, porém ainda seja considerada aceitável, devem ter a respectiva avaliação de risco ou análise técnica que concluiu pela aceitação documentada e aprovada conforme nível de competência estabelecido pelo Operador.

6 VERIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DE CSB

A posição e a efetividade (estanqueidade) dos CSBs projetados e instalados devem ser verificadas, de acordo com os critérios de aceitação estabelecidos na respectiva tabela de CAE:

- » Na sua instalação;
- » No(s) monitoramento(s) periódico(s), quando se tratar de elemento de CSB exclusivamente temporário e que possua requisito de monitoramento específico (ver item 6.2);
- » Se submetido a cargas acima da capacidade de projeto;
- » Após reparos.

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. 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.

A não verificação de elementos de CSB é uma excepcionalidade, e deve ser tratada mediante abordagem baseada em risco que indique mitigação em nível ALARP dos riscos relacionados à incerteza quanto ao elemento não verificado. Exemplo típico desta situação ocorre em intervenções para abandono temporário onde o revestimento intermediário de um poço cujo anular B não seja acessível e integre CSB.

- a) Verificação de posição: indicação de que o elemento se encontra instalado na profundidade/ extensão prevista. Métodos usuais:
 - i. Confirmação por peso: aplicação de peso sobre o elemento de CSB;
 - ii. Confirmação por parâmetros operacionais: análise de parâmetros adquiridos ou monitorados durante a operação de instalação do elemento de CSB;
 - iii. Confirmação por perfil: utilização de perfil que permita inferência por métodos diretos ou indiretos;
 - iv. Confirmação por outros: demais confirmações que permitam a inferência de posicionamento e que não se enquadram diretamente nos subitens anteriores. Exemplo: modelagem geomecânica para análise da competência de formação selante.
- b) Verificação de estanqueidade: indicação de que o elemento apresenta capacidade (potencial e/ ou efetiva) de impedir o fluxo que se pretende evitar. Métodos usuais:
 - i. Teste: ensaio de pressão no sentido do fluxo, considerando pressão diferencial igual ou maior do que a máxima prevista (ver item 6.1);
 - ii. Confirmação por pressão: aplicação de diferencial de pressão sobre o elemento de CSB (ver item 6.1);
 - iii. Confirmação por parâmetros operacionais: análise de parâmetros adquiridos ou monitorados durante a operação de instalação do elemento de CSB;

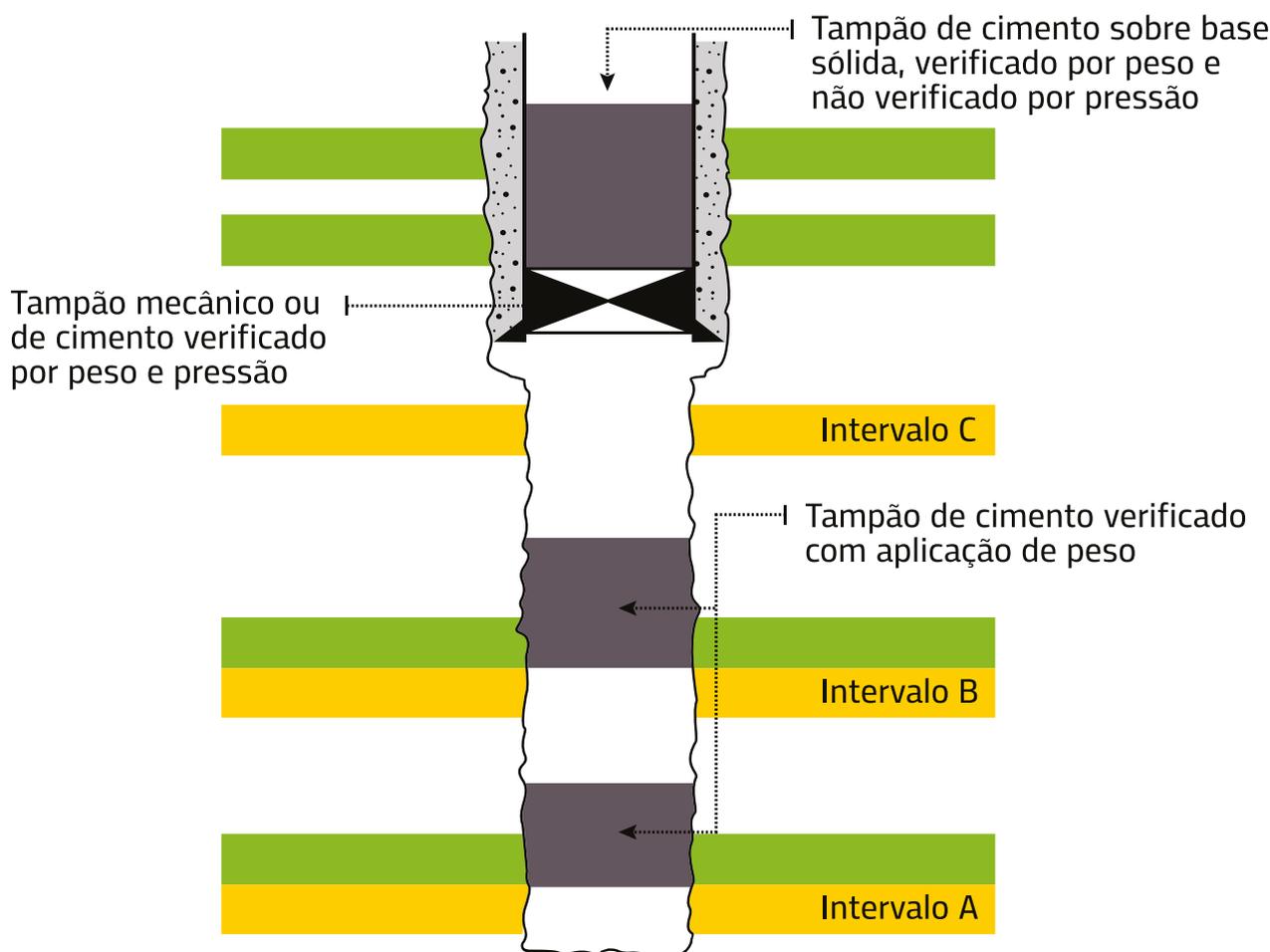
- iv. Confirmação por perfil: utilização de perfil que permita inferência por métodos diretos ou indiretos;
- v. Confirmação por outros: demais confirmações que permitam a inferência de estanqueidade e que não se enquadram diretamente nos subitens anteriores. Exemplo: análise litológica de formação selante.

A verificação específica de estanqueidade pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o elemento de CSB atenda às seguintes condições de posicionamento:

- » Instalado em poço revestido;
- » Posicionado acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja verificação demonstrou estanqueidade, com resultado válido (ver item 6, 1º parágrafo);
- » Volume teórico para pressurizar contra a barreira inferior e volume teórico para pressurizar contra a barreira superior não apresentam diferença relevante que permitiria inferência volumétrica.

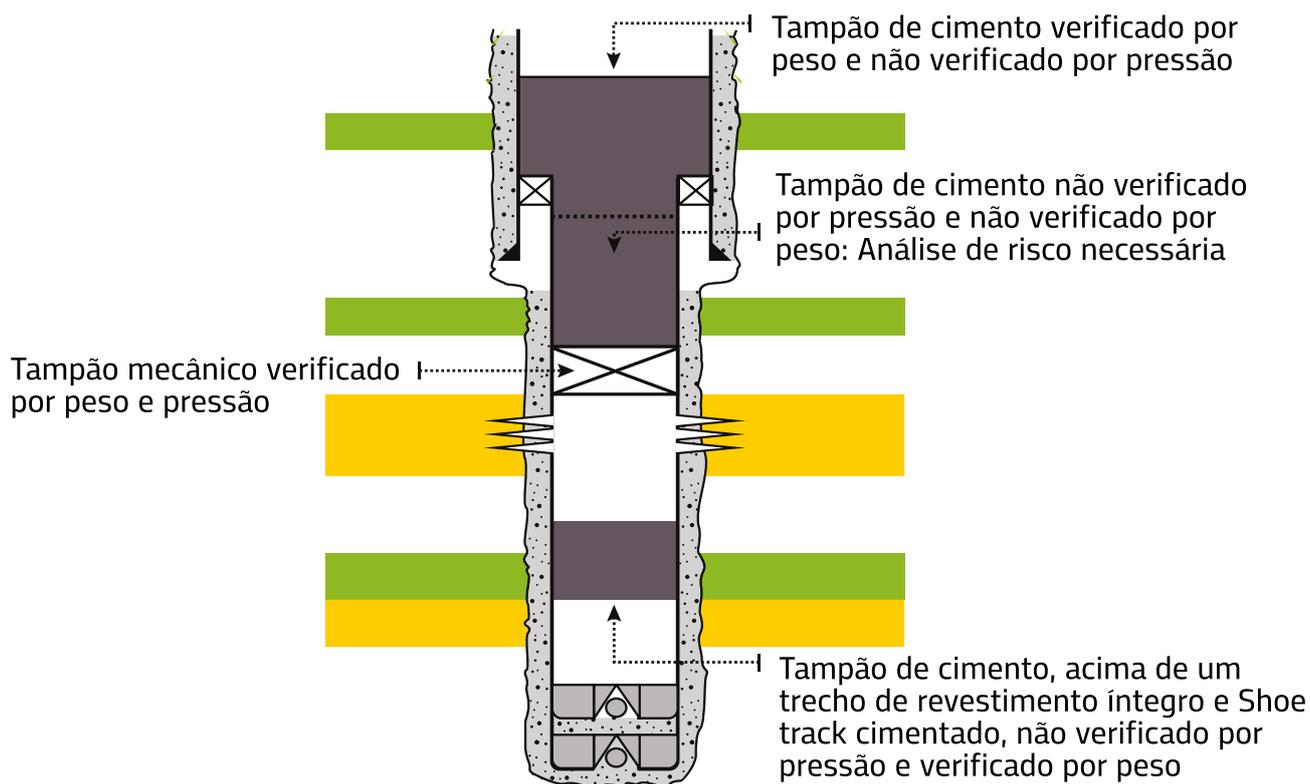
Nos demais casos, ainda que inconclusiva, deve-se realizar a verificação de estanqueidade para mitigar o risco de falha de estanqueidade de ambos os elementos (ou conjunto de elementos).

Figura 37 – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 38 – Exemplos de verificação de tampões de cimento com poço aberto



Fonte: Elaborada pelos autores.

Caso mais de um método de verificação de posição ou estanqueidade seja aplicado, deve-se considerar que os dados adquiridos pelos diferentes métodos, quando tecnicamente válidos, são complementares e devem ser considerados conjuntamente para a definição do estado de integridade do elemento de CSB.

Quando se prevê a verificação de um elemento de CSB, deve-se considerar a possibilidade de falha de isolamento do elemento ocasionada pelos esforços desta operação e suas potenciais consequências, como, por exemplo, a fratura da formação ou a indução de influxo de fluidos da formação. O fraturamento das formações 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. O operador deve considerar estes riscos associados ao processo de verificação de forma a não aplicar parâmetros excessivos desnecessariamente.

6.1 Teste e confirmação por pressão

Estes métodos de verificação de estanqueidade possuem certa similaridade, devendo-se observar suas particularidades por definição:

- Teste: Verificação de elemento de CSB através da aplicação de ensaio de pressão no sentido do fluxo, considerando pressão diferencial igual ou maior do que a máxima prevista;
- Confirmação: Verificação de elemento de CSB através da avaliação dos dados recolhidos durante e/ou após a sua instalação.

De acordo com a definição de teste, é fundamental identificar o sentido do fluxo que seria imediatamente estabelecido em caso de falha do elemento de CSB.

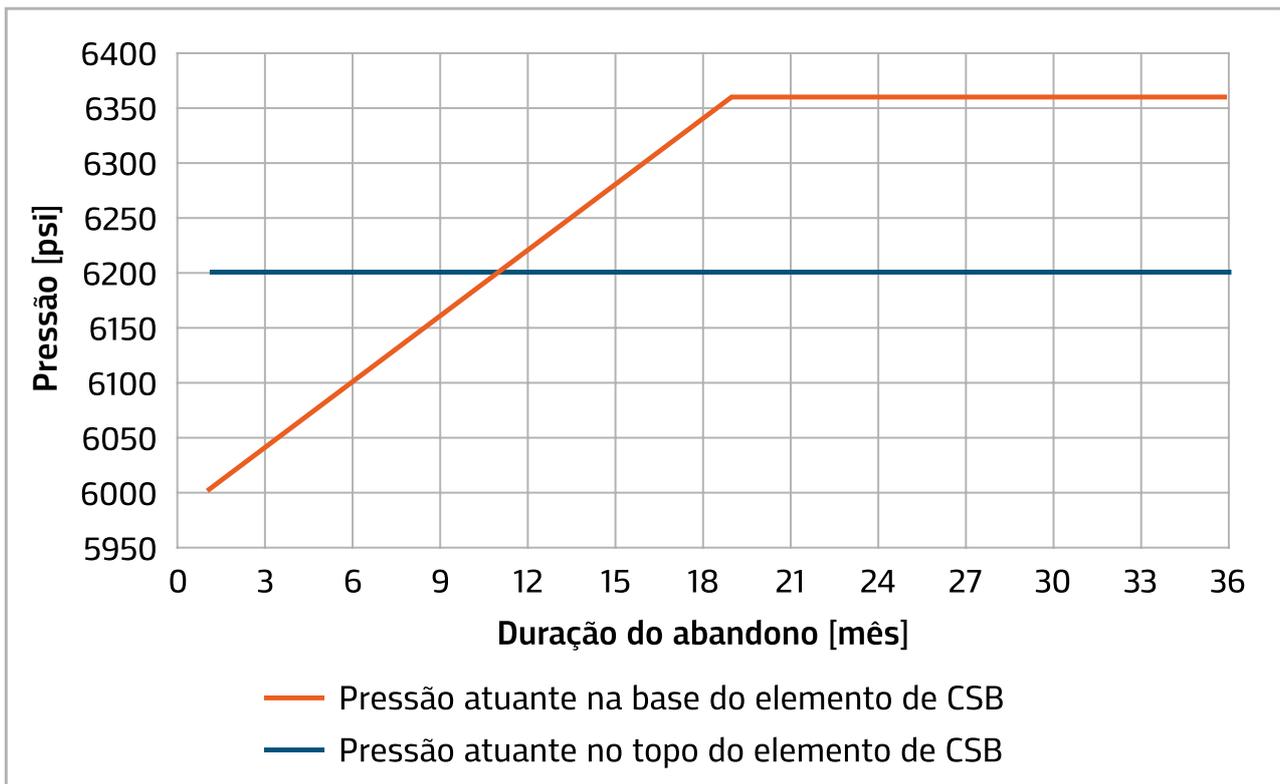
Em intervenções com objetivo de abandono temporário ou permanente, os elementos de CSB são usualmente instalados após o amortecimento do poço e permanecem expostos a diferencial de pressão descendente durante o período do abandono. Sendo assim, para que sejam considerados testados, devem ser submetidos a diferencial de pressão, no sentido descendente, com valor maior ou igual ao máximo esperado para o período do abandono.

Casos onde, por exemplo, os elementos de CSB sejam instalados sem que o poço seja amortecido ou a hidrostática de fluido acima dos elementos seja reduzida podem fazer com que os elementos de CSB, durante todo o período de abandono, estejam submetidos a diferencial de pressão ascendente. Nestes casos, para que o elemento seja considerado testado, deve ser submetido a diferencial de pressão, no sentido ascendente, com valor maior ou igual ao máximo esperado para o período do abandono.

Em alguns cenários, é possível que durante o período do abandono haja alteração no sentido do diferencial de pressão a que o elemento de CSB está exposto, provocado por efeitos como: alteração da pressão do intervalo com potencial de fluxo ou alteração do perfil de pressão hidrostática de fluido acima do elemento de CSB.

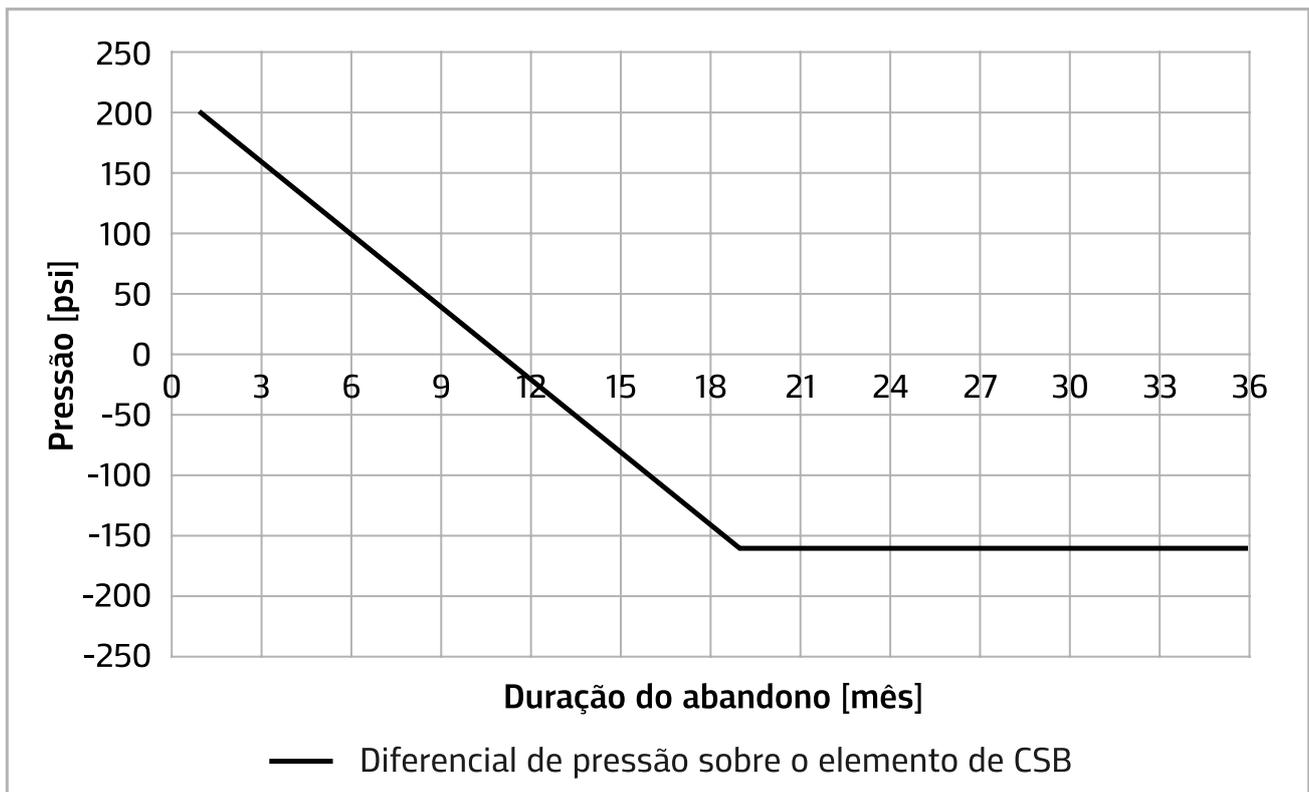
As figuras 39 e 40 ilustram essa possibilidade, onde se observa que a expectativa de diferencial de pressão inicial sobre o elemento de CSB é de 200 psi (descendente), porém espera-se que, ao longo do período de abandono temporário, este diferencial seja continuamente alterado até estabilizar em 160 psi (ascendente) devido à, por exemplo, repressurização do intervalo com potencial de fluxo.

Figura 39 – Exemplo de pressões atuantes no topo e base do elemento de CSB durante o período de abandono



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 40 – Exemplo de diferencial de pressão atuante no elemento de CSB durante o período de abandono



Fonte: Elaborada pelos autores.

Neste cenário, para que a verificação do elemento de CSB seja classificada como teste, deve-se identificar o máximo diferencial de pressão em ambos os sentidos, e a verificação realizada deve expor o elemento de CSB a ambas as condições. Desta forma, o elemento terá sua estanqueidade avaliada, considerando os carregamentos mais severos esperados para o período do abandono, e passará a ser considerado testado.

No exemplo das figuras 39 e 40, para que o elemento de CSB seja testado, ele deve ser submetido a pelo menos 200 psi de diferencial no sentido descendente e 160 psi de diferencial no sentido ascendente. Caso a verificação seja realizada em apenas um dos sentidos ou com diferencial de pressão inferior a estes, o elemento de CSB seria considerado confirmado.

Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão e que não haja detalhamento na Tabela de CAE do elemento, recomenda-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado pelo operador, devendo-se não exceder o limite do item iv:

- i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT) ou injeção (em ponto de vazamento conhecido, trecho canhoneado ou análogo) abaixo do elemento verificado;
- ii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão de 300 psi no elemento;
- iii. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste;
- iv. (Ambos os sentidos) Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos.

O operador deve registrar os valores considerados em projeto para as pressões atuantes no topo e na base dos elementos de CSB que forem verificados por teste.

6.2 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 a seguir. A adoção de critérios de aceitação e/ou métodos de verificação diferentes dos contemplados nestas tabelas é possível ser feita mediante uma abordagem baseada em risco.

Salvo disposto em contrário na respectiva tabela de critérios de aceitação, os elementos contemplados neste Caderno de Boas Práticas não exigem, por si só, monitoramento periódico específico, e podem ser aplicados para períodos de Abandono Temporário Monitorado ou de Abandono Temporário Não Monitorado. No caso de Abandono Temporário Monitorado, devem ser seguidas a periodicidade e o escopo estabelecidos no Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Monitoramento de Poços em Abandono Temporário.

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.

Quadro 1 – Resumo de métodos para verificação dos elementos de CSB

Elemento de CSB	Tabela	Posicionamento				Efetividade/Estanqueidade				
		Confirmação por peso	Confirmação por parâmetros operacionais	Confirmação por perfil	Confirmação por outros	Confirmação por pressão	Teste	Confirmação por parâmetros operacionais	Confirmação por perfil	Confirmação por outros
Não surgência	Tabela 1	Não aplicável				X	X			X
Revestimento	Tabela 2		X	X	X	X	X		X	
Tampão de cimento	Tabela 3	X	X		X	X	X	X	X	
Tampão de material alternativo	Tabela 4	X	X		X	X	X	X	X	
Cimento em anular	Tabela 5		X	X	X	X	X	X	X	
Material alternativo em anular	Tabela 6		X	X	X	X	X	X	X	
Shoe track cimentado	Tabela 7	X	X	X	X	X	X	X	X	
Formação selante	Tabela 8		X	X	X	X	X		X	
Formação com fluência (não qualificada)	Tabela 9		X	X		X	X		X	
Formação com fluência (qualificada)	Tabela 9			X	X	X	X		X	
Coluna de produção/injeção	Tabela 10		X	X	X	X	X		X	
Suspensor da coluna de produção/injeção	Tabela 11		X	X	X	X	X		X	
Tampão mecânico da coluna de produção/injeção	Tabela 12	X	X	X	X	X	X		X	
Componentes da coluna de produção/injeção	Tabela 13		X	X	X	X	X		X	
Liner packer/Tie-back packer	Tabela 14	X	X	X	X	X	X		X	
Packer de produção	Tabela 15	X	X	X	X	X	X		X	
Barreira Mecânica de Anular Metalo-elastomérica (BMA)	Tabela 16	X	X	X	X	X	X	X	X	
Válvula de Dupla Vedação (VDV)	Tabela 17		X		X	X	X		X	
Válvula de isolamento da formação	Tabela 18	X	X	X	X	X	X		X	
Válvula de acesso anular da cabeça de poço	Tabela 19				X	X	X			
Dispositivo de Segurança de Subsuperfície (DSSS)	Tabela 20	X	X	X	X	X	X		X	
Válvula de segurança do anular	Tabela 21		X	X	X	X	X		X	
Válvula de retenção	Tabela 22	X	X	X	X	X	X		X	
Bridge plug permanente, bridge plug recuperável, cement retainer e packer de abandono	Tabela 23	X	X	X	X	X	X		X	
Cabeça de poço	Tabela 24		X	X	X	X	X		X	
Base Adaptadora de Produção (BAP)	Tabela 25		X	X	X	X	X		X	
Base Adaptadora de Completação (BAC)	Tabela 26		X	X	X	X	X		X	
Árvore de Natal Molhada (ANM)	Tabela 27		X	X	X	X	X		X	
Árvore de Natal Convencional (ANC)	Tabela 28		X		X	X	X		X	
Válvula de isolamento de superfície	Tabela 29		X		X	X	X		X	
Fluido	Tabela 30		X	X	X	X	X		X	
PWC (Perforate, Wash and Cement)	Tabela 31		X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 1 – Não surgência

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Pressão de reservatório insuficiente para elevar os fluidos da formação e sustentar fluxo contínuo até a superfície ou até o leito marinho.
II. Funções	Fluido da formação exercendo pressão hidrostática no poço que prevenirá o fluxo contínuo não intencional de fluidos da formação para o ambiente externo.
III. Projeto/Construção/Seleção	<p>1. Deve-se analisar para os poços:</p> <p>a) Com completação molhada, desconectados da UEP: condição de não surgência para o leito marinho.</p> <p>b) Com completação molhada, conectados à UEP: condição de não surgência para o leito marinho e para a superfície. Nota: a análise para a superfície pode ser desconsiderada, caso seja(m) adotada(s) ação(ões) no sentido de prover, aos potenciais caminhos de fluxo a partir da ANM, exposição à pressão hidrostática da água do mar (exemplo de ação: manutenção das válvulas swabs da ANM vertical abertas em <i>override</i>);</p> <p>c) Terrestres ou com completação seca: condição de não surgência para a superfície.</p> <p>2. A não surgência do poço deve ser avaliada desconsiderando qualquer método de elevação artificial.</p> <p>3. A avaliação de não surgência deve considerar a variação das características do reservatório prevista para o período de abandono, incluindo efeitos de injeção em poços do campo ou outros métodos de recuperação.</p>
IV. Verificação	<p>1. Posicionamento: não aplicável</p> <p>2. Efetividade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <p>a) Teste: verificação de não surgência durante a etapa de produção do poço, devendo ser observada necessidade de manutenção dos parâmetros que afetam a surgência (exemplo: pressão de estática da formação, composição do fluido da formação) durante o período do abandono;</p> <p>b) Confirmação por pressão: verificação da pressão estática da formação, inferida por sensores na superfície, árvore de natal ou no interior do poço (por exemplo, PDG) com o poço fechado;</p> <p>c) Confirmação por outros: execução de análises e modelagens de fluxo, considerando informações e características dos poços do campo.</p> <p>3. Observações: A condição de não surgência deve ser verificada periodicamente.</p>
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2 – Revestimento

Características	Critérios 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"> 1. As tubulações, incluindo-se as conexões, devem ser projetadas para suportar os carregamentos esperados de pressão interna, colapso, tração/compressão e triaxial durante o período do abandono. 2. Devem ser definidos, para cada tipo de esforço, os fatores de segurança mínimos, levando em conta os efeitos de temperatura, corrosão e desgaste no projeto. 3. O projeto de revestimento/<i>liner</i> deverá ser baseado em algum modelo de resistências, podendo ser amparado em modelos determinísticos ou probabilísticos para sua aceitação. 4. O revestimento/<i>liner</i> que for exposto ao intervalo com hidrocarboneto deve ter conexões apropriadas aos carregamentos e tipos de fluidos esperados. 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"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento; b) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da intervenção onde o elemento foi instalado, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior, baseado em características típicas do elemento: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do revestimento, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) A estanqueidade pode ser verificada 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; b) 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"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 superfície/leito marinho.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser elaborado um projeto de cimentação para cada tampão de cimento a ser instalado. 2. O projeto 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 ensaio deve informar o tempo de espessamento e a resistência compressiva da pasta. Os resultados do ensaio devem ser compatíveis com a duração e finalidade da cimentação. 4. Os tampões de cimento devem ser projetados para prover o isolamento em 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 a 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. A extensão mínima do tampão de cimento em poço aberto ou revestido deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1. 8. A extensão mínima do tampão de cimento, para que possa ser um elemento de CSB combinado, é o dobro da respectiva extensão mencionada em 7.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado de acordo com a sua localização e cenário: <ol style="list-style-type: none"> a) Poço aberto: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; – Confirmação por outros: inferência de posicionamento, com base na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento. b) Poço revestido: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração, flexitubo ou arame/cabo; – Confirmação por outros: inferência de posicionamento baseada na correlação entre o volume de fluido utilizado para pressurização contra o elemento e o volume de fluido teórico para esta pressurização ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento. c) Poço aberto ou revestido, exclusivamente para abandono em <i>top hole drilling</i>: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; – Confirmação por parâmetros operacionais: controle de densidade da pasta, volumes de bombeio e deslocamento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do revestimento, como perfis de ruído ou de fluxo. d) Confirmação por parâmetros operacionais (para abandono em <i>top hole drilling</i>): controle de densidade da pasta, volumes de bombeio e deslocamento etc. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item vi: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; iii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; iv. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão de 300 psi; v. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; vi. (Ambos os sentidos) Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. b) No caso de tampões consecutivos, onde a base do tampão seguinte é posicionada imediatamente acima do topo do tampão anterior, as verificações podem ser realizadas após a execução do tampão mais raso;

Tabela 3 – Tampão de cimento (Continuação)

Características	Critérios de aceitação
IV. Verificação	<p>c) A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais, considerando-se aspectos como: existência de base sólida para o tampão, tipo de material utilizado etc.;</p> <p>d) A verificação por pressão de um tampão de cimento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o tampão de cimento atenda a uma das seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido; iii. Posicionado em poço aberto.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 ligantes 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 projeto de cimentação para cada tampão a ser instalado. 2. O projeto 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 em 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 a 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. A extensão mínima do tampão em poço aberto ou revestimento deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1. 8. A extensão mínima do tampão de material alternativo, para que possa ser um elemento de CSB combinado, é o dobro da respectiva extensão mencionada em 7.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado de acordo com a sua localização e cenário: <ol style="list-style-type: none"> a) Poço aberto: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; – Confirmação por outros: inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento. b) deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração, flexitubo ou arame/cabo; – Confirmação por outros: inferência de posicionamento baseada na correlação entre o volume de fluido utilizado para pressurização contra o elemento e o volume de fluido teórico para esta pressurização ou inferência de posicionamento, baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento. c) Poço aberto ou revestido, exclusivamente para abandono em <i>top hole drilling</i>: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> – Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; – Confirmação por parâmetros operacionais: controle de densidade da pasta, volumes de bombeio e deslocamento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do tampão de material alternativo, como perfis de ruído ou de fluxo; d) Confirmação por parâmetros operacionais (exclusivamente para abandono em <i>top hole drilling</i>): controle de densidade da pasta, volumes de bombeio e deslocamento. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item vi: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção no ponto de vazamento conhecido; iii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção do trecho canhoneado; iv. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão de 300 psi; v. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; vi. (Ambos os sentidos) Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. b) No caso de tampões consecutivos, onde a base do tampão seguinte é posicionada imediatamente acima do topo do tampão anterior, as verificações podem ser realizadas após a execução do tampão mais raso;

Tabela 4 – Tampão de material alternativo (Continuação)

Características	Critérios de aceitação
IV. Verificação	<p>c) A verificação por aplicação de peso pode ser dispensada, mediante análise de risco, em casos excepcionais, considerando-se aspectos como: existência de base sólida para o tampão, tipo de material utilizado;</p> <p>d) A verificação por pressão de um tampão de material alternativo pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o tampão de material alternativo atenda a uma das seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um tampão mecânico, de cimento ou <i>shoe track</i> cimentado verificado por pressão, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo do tampão de cimento não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido; iii. Tampão de cimento posicionado em poço aberto.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 5 – Cimento em anular

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	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
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 cimentado. Além disso, nos revestimentos condutor e superfície, o anular cimentado tem a função de prover integridade estrutural ao poço.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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"> i) Isolamento da sapata atual, quando aplicável; ii) Obtenção dos isolamentos hidráulicos requeridos, respeitando a geometria do poço e as formações envolvidas; iii) Análise da excentricidade da tubulação para obter o isolamento em toda a extensão necessária; iv) 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; v) 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; vi) Utilização de volumes e velocidades de bombeio dos colchões e pastas de cimento necessárias para reduzir a contaminação da pasta de cimento pelo fluido contido no poço durante o deslocamento no anular; vii) Evento de perda durante a cimentação e a mitigações necessárias. 2. 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. 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 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 a finalidade da cimentação. Nota: o planejamento das demais operações de cimentação em anular estruturais (THD) deve cobrir os mesmos pontos acima, exceto aquelas que não são aplicáveis ao cenário da operação. 4. A extensão de anular cimentado deve: <ol style="list-style-type: none"> a) Permitir a utilização futura do poço (produção, desvios, recompletação e abandono, entre outras operações); b) Revestimento condutor e superfície: sua definição deve ser baseada nos requisitos de integridade estrutural de modo a atender às condições de carregamento oriundas dos equipamentos de cabeça de poço e operações a serem realizadas; c) Permitir compor os CSBs previstos dos intervalos a isolar. 5. A extensão mínima do cimento em anular deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB cuja estanqueidade seja verificada por teste, confirmação por pressão ou confirmação por perfil, e de 60 m para 1 (um) elemento de CSB cuja estanqueidade seja verificada por confirmação por parâmetros operacionais, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1. 6. A extensão mínima do cimento em anular, para que possa ser um elemento de CSB combinado, é o dobro da respectiva extensão mencionada em 5.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: a extensão e o posicionamento do cimento em anular devem ser verificados por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para inferência do posicionamento do cimento. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação de cimentação que permitam a inferência do posicionamento do cimento em anular, como, por exemplo, crescimento da pressão esperado ao final do deslocamento, controle dos volumes bombeados e retornados, e análise dos impactos de ocorrências anormais (perda, influxo, paradas de bombeio não previstas, retorno de fluidos não planejados, dentre outras). Esta avaliação deve ser documentada; c) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para verificação da qualidade da cimentação (inferência de isolamento hidráulico), como perfis acústicos (sônicos ou ultrassônicos), de ruído, de fluxo ou de saturação. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação de cimentação atestando a normalidade da operação, como, por exemplo, 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.; c) Teste: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de cimento; d) Confirmação por pressão: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de cimento. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) 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; b) 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; c) Técnicas para o tratamento de registros incompletos de operações de cimentação devem ser empregadas para se realizar a verificação do cimento em anular por parâmetros operacionais, em complemento às informações existentes. Retroanálises e simulações computacionais podem ser empregadas neste processo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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	<ol style="list-style-type: none"> 1. O planejamento de cada operação com material alternativo deve seguir procedimentos e normas específicas e orientação do fabricante. 2. O programa de isolamento do revestimento deve considerar as condições durante o período de abandono, como maior diferencial de pressão e temperatura, incluindo cenários HPHT, instalação e carregamentos de verificação. 3. O programa da operação deve ser verificado pelo responsável pelo projeto do poço para operações com material alternativo. 4. 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. 5. A formulação da pasta de material alternativo deve: <ol 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. 6. A extensão mínima do material alternativo em anular deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB cuja estanqueidade seja verificada por teste, confirmação por pressão ou confirmação por perfil, e de 60 m para 1 (um) elemento de CSB cuja estanqueidade seja verificada por confirmação por parâmetros operacionais, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1. 7. A extensão mínima do material alternativo em anular, para que possa ser um elemento de CSB combinado, é o dobro da respectiva extensão mencionada em 6.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: A extensão e o posicionamento do material alternativo em anular devem ser verificados por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para inferência do posicionamento do material alternativo no anular. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para inferência do posicionamento do cimento. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação que permitam a inferência do posicionamento do material alternativo em anular, como, por exemplo, crescimento da pressão esperado ao final do deslocamento, controle dos volumes bombeados e retornados, e análise dos impactos de ocorrências anormais (perda, influxo, paradas de bombeio não previstas, retorno de fluidos não planejados, dentre outras). Esta avaliação deve ser documentada; c) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para inferência de isolamento hidráulico, como perfis acústicos (sônicos ou ultrassônicos), de ruído, de fluxo ou de saturação. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação atestando a normalidade da operação, como, por exemplo, 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.; c) Teste: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de material alternativo; d) Confirmação por pressão: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de material alternativo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) 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
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7 – *Shoe track* cimentado

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Trecho de revestimento imediatamente acima da sapata 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 projeto 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 em 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 a maior temperatura de fundo de poço esperados para o período do abandono, incluindo-se sua instalação e carregamentos de verificação. 6. O comprimento mínimo do <i>shoe track</i> cimentado deve ser de 30 m, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por outros: aplicável aos componentes da coluna de revestimento, por meio de registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; b) Confirmação por parâmetros operacionais: aplicável ao cimento no interior do revestimento, por meio da liberação dos plugues raspadores de fundo e de topo e batida do plugue raspador de topo no colar flutuante de acordo com volume previsto, sendo tolerada diferença de até a metade do volume entre colar e sapata para a batida do plugue; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas de revestimento: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.; d) Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do <i>shoe track</i> cimentado, como perfis de ruído ou de fluxo; d) Confirmação por parâmetros operacionais (para abandono em <i>top hole drilling</i>): controle de densidade da pasta, volumes de bombeio e deslocamento, funcionalidade da válvula flutuante etc. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Na verificação de posicionamento por confirmação por parâmetros operacionais, admite-se a não verificação de batida do plugue de topo, desde que a extensão de cimento no interior do revestimento calculada (ou confirmada por peso) seja de, no mínimo, 30 m; b) 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; c) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item iv: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, ou de injeção da sapata; ii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão de 300 psi; iii. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; iv. Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. d) 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; e) 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; f) A aplicação do <i>shoe track</i> cimentado como elemento de CSB permanente tem sua aplicação limitada a cenários de abandono permanente de poços seco ou em <i>top hole drilling</i>.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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	<p>1. A formação selante deve atender aos seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	<p>1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: perfis como resistividade, <i>gamma-ray</i>, sônico, densidade e porosidade que permitam inferir a identificação da formação; b) Confirmação por parâmetros operacionais: parâmetros relacionados à profundidade do poço e que permitam inferir a identificação da formação por meio de dados indiretos como quebra na taxa de avanço, associados à previsão geológica da área; c) Confirmação por outros: análises relacionadas à profundidade do poço e que permitam inferir a identificação da formação por meio de dados diretos (análise de cascalhos retornados) ou indiretos (correlação com modelo geológico calibrado). <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Teste; b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil: que permita inferir a estanqueidade da formação selante, como perfis de ruído, de fluxo, de saturação ou que permitam inferir a baixa permeabilidade; d) Confirmação por outros: por meio da análise de modelo geomecânico calibrado do campo. <p>3. Observações: Verificações típicas como Teste de integridade de formação (FIT), Teste dinâmico de integridade de formação (DFIT), Teste de absorção (LOT) e Teste de absorção estendido (XLOT) podem ser classificadas como Teste ou Confirmação por pressão, a depender do diferencial de pressão aplicado e do sentido e diferencial de pressão a que a formação selante estará submetida durante o período de abandono.</p>
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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	<ol style="list-style-type: none"> 1. O intervalo mínimo de formação cumulativa deve ter extensão de 30 m, exceto se demonstrado, no processo de qualificação, que uma extensão inferior é capaz de suportar o máximo diferencial de pressão esperado para o período de abandono. 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	<p>Os requisitos de verificação são definidos em função do estágio de qualificação da respectiva formação com fluência como elemento de CSB:</p> <p>Formação não qualificada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: devem ser realizadas 2 (duas) medições com ferramentas independentes de perfis acústicos de aderência. As medições obtidas dos perfis devem prover dados de todo o trecho investigado e ao menos 1 (uma) das medições deve fornecer indicativo de fluência no entorno da circunferência do revestimento. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil: que permita inferir a estanqueidade da formação com fluência, devendo ser utilizada ferramenta capaz de identificar a ocorrência de fluxo durante condição em que a formação esteja exposta a diferencial de pressão, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Em função do cenário geológico e da experiência com o campo, o operador deve definir a quantidade de poços necessários para a qualificação de uma formação com fluência; b) O princípio básico para a qualificação é que a formação apresente continuidade lateral e que as verificações realizadas enquanto sob o status "não qualificada" atinjam o critério de aceitação. <p>Formação qualificada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: as medições obtidas do perfil acústico de aderência devem prover dados de todo o trecho investigado indicando compatibilidade com os resultados esperados, com base no registrado durante o processo de qualificação da respectiva formação com fluência. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por outros: estudos geológicos elaborados a partir do processo de qualificação da formação com fluência capazes de indicar o intervalo esperado de presença da formação no poço. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste; b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil: que permita inferir a estanqueidade da formação com fluência, podendo ser utilizada ferramenta capaz de identificar a ocorrência de fluxo durante condição em que a formação esteja exposta a diferencial de pressão, como perfis de ruído ou de fluxo ou ferramenta capaz de inferir a aderência da formação ao revestimento. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) A verificação de estanqueidade por meio da aplicação de diferencial de pressão é necessária caso a resposta do perfil não seja conclusiva ou se houver incerteza relacionada à similaridade geológica.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente ☒ Temporário ☒

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 em que 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> <ul style="list-style-type: none"> a) A coluna de produção/injeção deve ser projetada para prover vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período em que o poço ficará abandonado; b) Vedação aos fluidos do intervalo pertinente isolado pelo elemento; c) A metalurgia da coluna de produção/injeção deve ser compatível com as temperaturas e 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; d) A coluna deve suportar os carregamentos a que será submetida durante o período de abandono. <p>2. Os cabos e linhas de controle/injeção química podem estar presentes nos trechos da coluna de produção/injeção que compõem o CSB permanente, devendo-se adotar os procedimentos descritos em 5.11.1.</p>
IV. Verificação	<p>1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; b) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas da coluna de produção/injeção: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.; c) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida; nas intervenções subsequentes, por meio da análise de pontos onde houve localização de perfis de assentamento (<i>nipples</i>) ou variação de diâmetro em manobras de gabaritação. <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade da coluna de produção/injeção, como perfis de ruído ou de fluxo. <p>3. Observações: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Para o abandono permanente exclusivamente, o trecho de coluna de produção/injeção utilizada para compor o CSB permanente não possui critérios de verificação objetivos, pois são os intervalos cimentados (interior do poço e anular) que deverão prover a vedação e a integridade do CSB.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 11 – Suspensor da coluna de produção/injeção

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	O elemento consiste de corpo, vedações, mecanismo de travamento, passagens para linhas e/ou cabos e <i>bore(s)</i> e é o equipamento responsável pela interface entre a coluna de produção/injeção e a árvore de natal.
II. Funções	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suportar o peso da coluna de produção/injeção. 2. Prover isolamento entre o <i>bore</i> de produção/injeção e o anular coluna e revestimento. 3. Fazer as interfaces entre o poço e ANM: coluna de produção/injeção x <i>bore</i> de produção/injeção da ANM, anular coluna x revestimento e o <i>bore</i> de anular da ANM. 4. Permitir a conexão com a árvore de natal pelos <i>stabs</i>. 5. Permitir a instalação de plugue para isolamento do <i>bore</i> de produção/injeção e, a depender das características construtivas, prover perfil para plugue no <i>bore</i> anular. 6. Possibilitar o travamento e destravamento na BAC, BAP, ANMH ou cabeça de poço. 7. Permitir o teste do BOP a partir de manobra de ferramenta específica para tal. 8. Possibilitar a passagem de linhas hidráulicas e/ou cabos.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ser compatível com temperatura, pressões internas e externas, trações e outros esforços gerados durante operação de intervenção e período de abandono. 2. A metalurgia do suspensor da coluna de produção/injeção deve ser compatível com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato (por exemplo, salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono. 3. O suspensor da coluna deve suportar os carregamentos a que será submetida durante o período de abandono.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: o travamento do suspensor de coluna deverá ser confirmado com tração durante a operação de instalação; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas da coluna de produção/injeção: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: 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 por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 12 – Tampão mecânico da coluna de produção/injeção

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	<p>O tampão mecânico é composto por 3 (três) 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 (<i>nipples</i>) ou no interior de um tubo de produção (trava <i>nippleless</i>);</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. Este dispositivo pode ser uma haste com selos externos (mais usual) ou uma válvula.</p>
II. Funções	<p>Impedir fluxo pelo interior da coluna de produção/injeção em ambos os sentidos (formação x meio externo e vice-versa).</p>
III. Projeto/Construção/Seleção	<p>1. Travas para assentamento em perfis (<i>nipples</i>) devem atender à norma API 14L. O projeto deve ter grau de validação V1 e o controle de qualidade deve atender ao grau Q1 desta mesma norma.2. A metalurgia do suspensor da coluna de produção/injeção deve ser compatível com as temperaturas e com os fluidos que estarão em contato (por exemplo, salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono.</p> <p>2. Travas para assentamento em tubo de produção (<i>nippleless</i>) 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 desta mesma norma.</p> <p>3. O tampão deve ser projetado para suportar o máximo diferencial de pressão previsto 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. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos:</p> <p>a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, a ancoragem da trava deve ser verificada com a tração recomendada pelo fabricante;</p> <p>b) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da intervenção onde o elemento foi instalado, informando profundidades do elemento ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento;</p> <p>c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior, baseado em características típicas da coluna de produção/injeção e do tampão mecânico: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.;</p> <p>d) Confirmação por peso: utilizando flexitubo ou arame/cabo para confirmar posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior.</p> <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <p>a) Teste (método preferencial);</p> <p>b) Confirmação por pressão;</p> <p>c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade, como perfis de ruído ou de fluxo.</p> <p>3. Observações:</p> <p>a) A verificação por pressão de um tampão mecânico pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o tampão mecânico esteja posicionado acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo).</p>
V. Tipo de Abandono Aplicável	<p>Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/></p>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 13 – Componentes da coluna de produção/injeção

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Qualquer acessório ou equipamento integrado à coluna de produção/injeção para desempenhar uma função específica durante a vida produtiva do poço (por exemplo, mandris, <i>nipples</i> e linhas de controle). Obs: Esta tabela não inclui tubos de produção (ver Tabela 10) nem válvulas de segurança (ver Tabelas 17, 18, 20 e 21).
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 <i>gaslift</i> , bomba centrífuga de subsuperfície), medições de pressão e temperatura, entre outras funções.
III. Projeto/Construção/Seleção	Os componentes da coluna de produção/injeção que compõem o CSB temporário devem atender aos seguintes requisitos: a) Os componentes devem garantir vedação ao máximo diferencial de pressão esperado ao longo do período em que o poço ficará abandonado; b) Os materiais metálicos e não metálicos devem ser compatíveis com as temperaturas e os fluidos que estarão em contato com os componentes da coluna de produção/injeção (por exemplo, salmoura, H ₂ S e CO ₂) durante o período de abandono. Os cabos e linhas de controle (componentes da coluna de produção/injeção) que estão presentes no CSB permanente devem resultar em aderência ao conteúdo do item 5.10.1.
IV. Verificação	<p>1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos:</p> <p>a) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento;</p> <p>b) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas do componente da coluna de produção/injeção: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro, peso linear etc.;</p> <p>c) Confirmação por parâmetros operacionais: análise de pontos onde houve localização de perfis de assentamento (<i>nipples</i>) ou variação de diâmetro em manobras de gabaritação.</p> <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <p>a) Teste (método preferencial);</p> <p>b) Confirmação por pressão;</p> <p>c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do componente da coluna de produção/injeção, como perfis de ruído ou de fluxo.</p> <p>3. Observações:</p> <p>a) Para o abandono permanente exclusivamente, o trecho de componente da coluna de produção/injeção utilizado para compor o CSB permanente não possui critérios de verificação objetivos, pois são os intervalos cimentados (interior do poço e anular) que deverão prover a vedação e a integridade do CSB.</p>
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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. Deve ser qualificado e testado de acordo com requisitos estabelecidos em padrões reconhecidamente aceitos (por exemplo, ISO 14310). 2. Deve ser projetado para os máximos esforços e a máxima temperatura de fundo estimada durante sua instalação e o período do abandono.
IV. Verificação	1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: a) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; b) Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas de revestimento: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.; d) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do <i>liner packer/tie-backpacker</i> , como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: a) A estanqueidade pode ser verificada enquanto a pasta de cimento estiver fluida ou depois da cura do cimento. A verificação não deve ser realizada durante a cura da pasta de cimento. b) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item v: i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT) da formação mais frágil exposta abaixo do trecho de <i>overlap</i> , medida ou estimada, ou de injeção da sapata; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de injeção no ponto de vazamento do revestimento anterior; iii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão de 300 psi; iv. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; v. Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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	<ol style="list-style-type: none"> 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 os fluidos que estarão em contato com o <i>packer</i> (por exemplo, salmoura, H₂S e CO₂) durante o período de abandono.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento; b) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da intervenção onde o elemento foi instalado, informando profundidades do elemento ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento; c) Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração para confirmar posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior; d) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior, baseado em características típicas do elemento: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do <i>packer</i>, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item v: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT) da formação mais frágil exposta abaixo do <i>packer</i>; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de injeção no ponto de vazamento ou intervalo completado abaixo do <i>packer</i>; iii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão ascendente de 300 psi; iv. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; v. Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. b) A verificação por pressão de um <i>packer</i> pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o <i>packer</i> atenda a uma das seguintes condições: <ol style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo do <i>packer</i> não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 16 – Barreira Mecânica de Anular Metalo-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	<p>A finalidade da BMA é prover:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Vedação no anular de revestimento ou coluna de produção/injeção; b) Evitar fluxo entre o interior da coluna de revestimento ou coluna de produção/injeção e o anular.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ul style="list-style-type: none"> 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 (H₂S, CO₂ 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	<ul style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração; d) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas da BMA: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade da BMA, como perfis de ruído ou de fluxo; d) Confirmação por parâmetros operacionais: caso não seja possível verificar a BMA mediante aplicação de diferencial de pressão, o elemento pode ser verificado pelos parâmetros operacionais durante sua instalação. 3. Observações: <ul style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se definir a pressão aderente às seguintes premissas: <ul style="list-style-type: none"> i. Deve ser inferior à pressão de verificação do revestimento anterior; ii. Deve ser inferior à pressão de colapso do tubular em que o BMA está conectado; iii. Deve ser superior à pressão de absorção (LOT), medida ou estimada, da formação exposta a jusante do trecho pressurizado; iv. Deve ser inferior à pressão de verificação dos revestimentos expostos, demais equipamentos ou trecho de poço aberto expostos. b) A verificação por pressão de uma BMA pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o <i>packer</i> atenda a uma das seguintes condições: <ul style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo da BMA não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 <i>stab</i> localizado na THRT ou ANM.
II. Funções	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deve ser projetada para os máximos esforços previstos para o período de abandono, temperatura do leito marinho e presença de contaminantes da formação. 2. Deve ser projetada para fechar e prover isolamento do anular no sentido ascendente quando houver recolhimento do <i>stab</i> da THRT ou ANM. 3. O elemento deve permitir confirmação de pressão no sentido descendente de modo a 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando presença do elemento ou visualização do elemento; b) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento. 2. Estanqueidade: <ol style="list-style-type: none"> I. Intervenções com acesso direto ao suspensor da coluna: a estanqueidade deve ser verificada por um dos seguintes métodos, mediante utilização de THRT com <i>stab</i> retrátil, ferramenta específica ou BOP e linhas submarinas de <i>kill/choke</i> para realização de: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão. II. Demais intervenções: nestes casos, a verificação de estanqueidade da VDV não é viável de ser feita antes da desconexão da unidade de intervenção, devendo ser verificada por: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por outros: inspeção visual do topo do suspensor da coluna, observando o status fechado da válvula e a inexistência de vazamento. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) 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"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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. Este dispositivo geralmente é do tipo <i>fail as is</i> e pode ser atuado mecânica ou hidráulicamente (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 ser projetada para prover 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 os fluidos que estarão em contato com a válvula (por exemplo, salmoura, H ₂ S e CO ₂) durante o período de abandono.
IV. Verificação	1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: a) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento; b) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseada em características típicas da coluna de produção/injeção e da válvula de isolamento da formação: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.; c) Confirmação por peso: utilizando flexitubo ou arame/cabo; d) Confirmação por parâmetros operacionais: análise de pontos onde houve localização de perfis de assentamento (nipples) ou variação de diâmetro em manobras de gabaritação. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade da válvula, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 19 – Válvula de acesso anular da cabeça de poço

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Equipamento para acesso ao anular do poço.
II. Funções	Sua finalidade é prover controle de abertura e fechamento do anular do poço.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ponto de acesso e a válvula devem ter classe de pressão igual ou superior ao conjunto cabeça de poço/árvore. 2. A válvula deve: <ol style="list-style-type: none"> 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, <i>gaslift</i>) no poço, a válvula deve ser: <ol style="list-style-type: none"> 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 máxima pressão esperada do anular do poço.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por outros: inspeção visual da cabeça do poço. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 20 – Dispositivo de Segurança de Subsuperfície (DSSS)

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Elemento que se conecta à coluna de produção/injeção contendo uma válvula <i>fail safe close</i> . Esta válvula pode ser atuada remotamente ou 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 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida; nas intervenções subsequentes, por meio da análise de pontos onde houve localização de perfis de assentamento (<i>nipples</i>) ou variação de diâmetro em manobras de gabaritação; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por peso: utilizando flexitubo ou arame/cabo; d) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas do DSSS: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do DSSS, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Após a verificação de estanqueidade, 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"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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: <ul style="list-style-type: none"> a) Evitar o fluxo de fluido pelo anular entre 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 ser projetado para 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas da válvula de segurança do anular: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ul style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ul style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item v: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT) da formação mais frágil exposta abaixo do elemento de vedação; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de injeção no ponto de vazamento ou intervalo completado abaixo do elemento de vedação; iii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão ascendente de 300 psi; iv. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; v. (Ambos os sentidos) Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. b) A verificação por pressão do elemento de vedação pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o <i>packer</i> atenda a uma das seguintes condições: <ol style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo do elemento de vedação não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 22 – Válvula de retenção

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	O elemento consiste em um dispositivo de contenção à 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 (<i>trava nippleless</i>).
II. Funções	Prevenir o fluxo descendente na coluna de produção/injeção e, em conjunto com a hidrostática acima adequada, 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 em uma profundidade tal que a pressão hidrostática acima da válvula, exercida pelo fluido acima, 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 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 <i>riser</i> 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio da confirmação que a profundidade onde se realizou o procedimento de assentamento está compatível com a profundidade do perfil da coluna de produção/injeção; b) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da intervenção onde o elemento foi instalado, informando profundidades do elemento ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior, baseada em características típicas da coluna de produção/injeção e do tampão mecânico: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc.; d) Confirmação por peso: utilizando flexitubo ou arame/cabo para confirmar posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) A verificação por pressão de uma válvula de retenção pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que a válvula de retenção esteja posicionada acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo).
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro da profundidade em que se realiza a operação de assentamento; b) Confirmação por outros: por meio de registros que contenham informações da intervenção onde o elemento foi instalado, informando profundidades do elemento ou inferência de posicionamento baseada na interpretação de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento; c) Confirmação por peso, utilizando coluna de trabalho/perfuração para confirmar posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior; d) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento do elemento instalado em intervenção anterior, baseado em características típicas do elemento: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento, como perfis de ruído ou de fluxo. 3. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) Nas verificações de estanqueidade, por meio de confirmação, que demandem a aplicação de diferencial de pressão, deve-se aplicar a maior pressão dentre os valores abaixo, de acordo com o sentido de verificação adotado, devendo-se não exceder o limite do item v: <ol style="list-style-type: none"> i. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de absorção (LOT) da formação mais frágil exposta abaixo do elemento; ii. (Sentido descendente) 500 psi acima da pressão de injeção no ponto de vazamento ou intervalo completado abaixo do elemento; iii. (Sentido ascendente) Diferencial de pressão ascendente de 300 psi; iv. (Ambos os sentidos) O diferencial de pressão necessário para teste; v. (Ambos os sentidos) Limite de pressão de verificação dos revestimentos expostos e demais equipamentos/elementos expostos. b) A verificação por pressão do elemento pode ser inconclusiva e, portanto, dispensada, desde que o elemento atenda a uma das seguintes condições: <ol style="list-style-type: none"> i. Posicionado em poço revestido, acima de um elemento (ou conjunto de elementos) cuja estanqueidade foi verificada, e este resultado encontra-se válido (ver item 6, 1º parágrafo); ii. Posicionado em poço revestido, com trecho de revestimento abaixo do elemento não canhoneado ou sem ponto de vazamento conhecido.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 a coluna de produção e para apoiar a coluna de <i>riser</i> , BOP e árvore de natal, e 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. 2. Deve ser projetada para suportar todos os esforços previstos para o período do abandono. 3. Para cabeça de poço de completção seca, deve haver acesso a todos os anulares para facilitar a observação das pressões dos anulares e a injeção/drenagem de fluidos. 4. O suspensor de revestimento deve estar travado, seja pelo <i>packoff</i> ou mecanismo adicional de travamento, para assegurar a integridade do elemento de vedação durante período de abandono.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento, baseada em características típicas dos elementos: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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, anel de vedação e, a depender do modelo, 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 o revestimento de produção (a depender do modelo) e evitar o fluxo de hidrocarbonetos para o meio ambiente.
III. Projeto/Construção/Seleção	<p>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.</p> <p>2. Deverá haver acesso ao anular entre a coluna e revestimento de produção para facilitar a observação da pressão de anular e injeção/despressurização de fluidos, exceto nos casos em que este acesso é realizado diretamente pelo suspensor da coluna de produção.</p>
IV. Verificação	<p>1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida e aplicação de tração para confirmar travamento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento ou observação visual do equipamento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas dos elementos: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 (PA) no seu perfil superior e com válvula de acesso ao anular coluna e revestimento de produção, incluindo o selo entre a BAC e a cabeça do poço e selo entre a BAC e o suspensor da coluna de produção ou ANM.
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 sub</i> 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 sub</i> 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 a observação da pressão do poço e injeção/despressurização de fluidos.
IV. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida e aplicação de tração para confirmar travamento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento ou observação visual do equipamento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas dos elementos: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 27 – Árvore de Natal Molhada (ANM)

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	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 a observação 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 de 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 para poços produtores 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. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro dos elementos e profundidade de descida e aplicação de tração para confirmar travamento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento ou observação visual do equipamento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas dos elementos: presença de material metálico, profundidade das conexões, diâmetro etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 28 – Árvore de Natal Convencional (ANC)

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	É um equipamento constituído por válvulas, sistema de controle, linhas de fluxo e vedações de interface com a finalidade de controlar a produção e/ou injeção de fluidos no poço.
II. Funções	<ol style="list-style-type: none"> 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 ao poço.
III. Projeto/Construção/Seleção	<p>A ANC deve ser compatível com tipo de fluido, temperatura e com a máxima pressão esperada do poço.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para poços surgentes, a ANC deve ser equipada, no mínimo, com válvula de produção no caminho de fluxo principal do poço, válvula <i>swab</i> (não se aplica à 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro do elemento e aplicação de tração para confirmar travamento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando elemento ou observação visual do equipamento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 29 – Válvula de isolamento de superfície

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Válvula de bloqueio instalada em poço terrestre, enquanto se aguarda a completação 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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro do elemento; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando elemento ou observação visual do equipamento. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste (método preferencial); b) Confirmação por pressão; c) Confirmação por perfil que permita inferir a estanqueidade do elemento de vedação, como perfis de ruído ou de fluxo.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 30 – Fluido

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Coluna de fluido no interior do poço não vinculada a elemento(s) mecânico(s) de contenção/retenção instalados no interior do poço.
II. Funções	A função do fluido como elemento de CSB/CSB é exercer pressão hidrostática suficiente no poço para prevenir o influxo de fluido da formação para o poço.
III. Projeto/Construção/Seleção	<ol style="list-style-type: none"> 1. A pressão hidrostática resultante mínima frente ao intervalo permoporoso deve ser igual à pressão de poros estimada ou medida do reservatório acrescida de uma margem de segurança. 2. A pressão hidrostática resultante máxima frente ao intervalo permoporoso não deve exceder a fratura da formação em poço aberto, incluindo uma margem de segurança. 3. Para aplicação em poços submarinos onde o poço esteja comunicado com o fundo do mar, deve-se considerar que a pressão atuante nesta profundidade é a hidrostática da lâmina d'água. 4. Quando em contato com o fundo do mar, a sua formulação deve ser apropriada para contato com o meio externo. 5. As especificações e propriedades críticas do fluido devem ser descritas antes da sua utilização como elemento de CSB. 6. A massa específica deve ser estável considerando as tolerâncias especificadas sob condição de poço para a duração do abandono temporário projetado. 7. A composição do fluido deve ser estável durante o período de abandono. Para tanto, a sua formulação deve ser projetada para manter a integridade das propriedades críticas do fluido, considerando aspectos como decantação, degradação térmica e microbiológica, bem como as tolerâncias especificadas sob condição do poço. 8. Quando em contato com o fundo do mar, deve ser considerada, em seu dimensionamento, a influência dos efeitos de difusão e convecção na redução da pressão equivalente da coluna hidrostática. 9. Quando o elemento estiver posicionado sobre um CSB primário composto por elementos mecânicos, o dimensionamento da massa específica do fluido deve considerar a pressão extrapolada da formação permoporosa pelo gradiente de fluido previsto da formação até a profundidade da base do CSB mecânico. 10. Deve-se definir em projeto o nível de perda aceitável. Quando necessário, deve-se programar operação de combate à perda até que o nível aceitável seja atingido. 11. O elemento deve ser dimensionado de forma que, em caso de falha de elemento de CSB mecânico abaixo, não ocorra influxo para o meio externo/superfície. 12. O elemento deve apresentar capacidade de plugueamento da formação permoporosa através de materiais particulados adequados às características da formação. 13. Quando em contato com o fundo do mar e caso a massa específica requerida para o fluido seja menor ou igual à massa específica da água do mar, admite-se o não plugueamento da formação, desde que o eventual impacto de injeção de água do mar na formação permoporosa seja analisado e considerado aceitável sob os pontos de vista de preservação da jazida e de segurança de poço. 14. Deve-se manter registro da definição do tempo máximo de utilização do fluido como elemento de CSB. 15. Durante sua utilização como elemento de CSB, o monitoramento contínuo tanto do nível quanto das propriedades do fluido está dispensado.
V. Verificação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionamento: deve ser verificado por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Confirmação por parâmetros operacionais: na instalação, por meio do registro do volume bombeado e deslocado do elemento e respectiva massa específica aferida, juntamente com o circuito hidráulico utilizado, confirmando preenchimento do poço de acordo com o volume esperado; b) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando elemento; c) Confirmação por perfil: interpretação de perfis que permitam a inferência de posicionamento baseado em características típicas do elemento: massa específica, pressão hidrostática etc. 2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos: <ol style="list-style-type: none"> a) Teste, por meio da exposição direta do fluido ao intervalo pertinente; b) Confirmação por pressão, por meio da simulação da sobrepressão frente ao intervalo pertinente com fluido diferente do que será utilizado para o período de abandono; c) Confirmação por perfil que permita inferir a efetividade do fluido, como perfis de pressão ou de gradiente de fluido; d) Confirmação por outros: baseada na variação de nível do fluido interpretada a partir de pulsos acústicos emitidos para o poço e refletidos pelo elemento. 2. Observações: <ol style="list-style-type: none"> a) A verificação de efetividade deverá avaliar o atingimento do nível de perda aceitável estabelecido em projeto (item III.10 desta tabela); b) Quando o elemento estiver posicionado sobre um CSB primário composto por elementos mecânicos, os elementos deste CSB devem estar verificados em conformidade com a respectiva tabela de critério de aceitação, sendo que nesta condição se espera a cessação de eventual perda de fluido para a formação.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 31 – PWC (Perforate, Wash and Cement)

Características	Critérios de aceitação
I. Descrição	Este elemento consiste na barreira de cimento posicionado, com a técnica <i>Perforate, Wash and Cement</i> , no(s) anular(es) entre revestimento(s)/ <i>liner</i> (s) e/ou parede do poço aberto, assim como o tampão de cimento posicionado no interior do tubular.
II. Funções	Prover vedação contínua e permanente ao longo de um intervalo de tubular perfurado, tanto no anular quanto no interior, para evitar o fluxo entre formações ou para o meio externo.
III. Projeto/Construção/Seleção	<p>1. Deve-se emitir um programa para cada operação de PWC abrangendo, no mínimo, os seguintes conteúdos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Requisitos de base do elemento, tanto no interior quanto no(s) anular(es) do(s) tubular(es); b) Dimensão e densidade das perfurações a serem executadas no tubular; c) Parâmetros para etapa de limpeza (<i>wash</i>) e bombeio/deslocamento dos fluidos e pastas da operação de cimentação; d) Propriedades dos fluidos e pastas a serem utilizados na operação. <p>2. O tampão de cimento resultante no interior do tubular deve ser projetado de acordo com a Tabela de CAE 3.</p> <p>3. A extensão mínima do intervalo perfurado onde se realizará a operação PWC deve ser de 30 m para 1 (um) elemento de CSB, devendo-se observar o disposto em 4.3.2 e 4.3.2.1.</p> <p>4. A extensão mínima do intervalo perfurado onde se realizará a operação PWC, para que possa ser um elemento de CSB combinado, é o dobro da respectiva extensão mencionada em 3.</p>
IV. Verificação	<p>1. Posicionamento: a extensão e o posicionamento do cimento em anular devem ser verificados por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para inferência do posicionamento do cimento. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação de cimentação que permitam a inferência do posicionamento do cimento em anular, como, por exemplo, aderência dos parâmetros de operação (vazão, pressão, velocidade de movimentação da coluna de trabalho ou flexitubo, volumes bombeados e retornados não indicando perda de circulação nem influxo etc.); c) Confirmação por outros: registros que contenham informações da etapa de construção, informando profundidades do elemento. <p>2. Estanqueidade: deve ser verificada por um dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Confirmação por perfil: ferramentas/métodos de perfilagem devem ser selecionados baseados na capacidade de prover dados para verificação da qualidade da cimentação (inferência de isolamento hidráulico), como perfis acústicos (sônicos ou ultrassônicos), de ruído, de fluxo ou de saturação. Os perfis devem ser analisados e a análise documentada; b) Confirmação por parâmetros operacionais: registros da operação de cimentação atestando a normalidade da operação (vazão, pressão, velocidade de movimentação da coluna de trabalho ou flexitubo, volumes bombeados e retornados não indicando perda de circulação nem influxo etc.) em cenários cuja operação esteja qualificada; c) Teste: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de cimento; d) Confirmação por pressão: mediante estabelecimento de diferencial de pressão sobre a bainha de cimento. <p>3. Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 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; b) 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; c) Metodologias para suprir a ausência de registros de parâmetros operacionais devem ser empregadas como complemento das informações a serem analisadas e interpretadas para a verificação do cimento em anular. Neste sentido, retroanálises e simulações computacionais podem ser empregadas; d) Para viabilizar a confirmação por parâmetros operacionais, deve-se realizar a qualificação da operação PWC por meio da obtenção de <i>track Record</i> de sucesso em cenário de correlação (similaridade de geometrias, litologia e sistemas de fluidos) onde sejam registrados os parâmetros de operação; e) O tampão de cimento resultante no interior do tubular deve ser verificado de acordo com a Tabela de CAE 3; f) Para abandono permanente: após a operação PWC, o trecho de revestimento utilizado para compor o(s) CSB(s) estará perfurado e cimentado ao longo da sua extensão, sendo considerado que não possui critérios de verificação objetivos, pois são os intervalos cimentados (interior do poço e anulares) que deverão prover a vedação e a integridade do CSB; g) Para abandono temporário: o trecho de revestimento utilizado para compor o CSB temporário não possui critérios de verificação objetivos, pois são os intervalos cimentados (anulares e, quando for o caso, interior do poço) que deverão prover a vedação e a integridade do CSB.
V. Tipo de Abandono Aplicável	Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Temporário <input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Elaborada pelos autores.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Manual da Marca. 2020.

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

ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), Resolução 699/2017 – Procedimentos para codificação de poços, definição do Resultado de Poço, do Status de Poço, e envio de diversos relatórios para acompanhamento das atividades em poços por parte da ANP (2017).

CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), Resolução 252/2019 – Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Perfuração de Poços (2019).

IBP, Caderno de Boas Práticas de E&P – Diretrizes para Monitoramento de Poços em Abandono Temporário (Rev. 1, 2018)

NORSOK D-010, *Well Integrity in Drilling and Well Operations* (Edition 5.0, 2021).

Oil & Gas UK, *Well Decommissioning Guidelines* (Issue 6, 2018).

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 4, 2019).

Norwegian Oil and Gas Association, *Guideline n° 117, Recommended Guidelines for Well Integrity* (Rev. 6, 2017).

IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás

Presidente/CEO

Roberto Ardenghy

Diretora Executiva

Fernanda Delgado

Diretor Executivo de E&P

Júlio César Moreira

Gerência Executiva de SMS e Operações

Anderson Cantarino

Carolina Coimbra

Juliana Barbosa

Comitê de Operações

Leonardo Marazzo Garcia (coordenador)

Salomão Costa (vice-coordenador)

Expediente

Gerente de Comunicação e Relacionamento com Associados

Tatiana Campos

Coordenação Editorial

Priscila Zamponi

Demy Gonçalves

Projeto Gráfico

Trama Criações de Arte

Banco de Imagens

IBP



IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás

Av. Almirante Barroso, 52 – 21º e 26º andares – RJ – Tel.: (21) 2112-9000

