

 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº: ET-3000.00-1210-612-PPQ-008						
	PROGRAMA:		<b>POÇOS</b>					Página 1 de 10	
	ÁREA:		<b>Manutenção e Abandono</b>						
POCOS/CTPS	TÍTULO:		<b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>					PÚBLICA	
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>									
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>								
0	Edição original.								
A	Revisão de diâmetros dos revestimentos no item 6.2.4.								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	22/05/2019	15/01/2020							
PROJETO	CTPS/QC	CTPS/QC							
EXECUÇÃO	CTPS/QC	PROJ-MAB							
VERIFICAÇÃO	PROJ-MAB	CTPS/QC							
APROVAÇÃO	CTPS/QC	CTPS/QC							
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									
FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS									

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	<small>Nº</small> ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	<small>REV.</small> 0
	Manutenção e Abandono		Folha 2 de 11
	<small>TÍTULO:</small> <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		<b>PÚBLICA</b>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	ESCOPO .....	3
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	3
4	TERMOS E DEFINIÇÕES .....	4
5	SIGLAS E ABREVIATURAS .....	5
6	DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS.....	6
7	REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES.....	8
8	DOCUMENTAÇÃO .....	10

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 3 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de intervenções em poços antigos de campos maduros, vinculadas normalmente ao aumento de BSW, necessidade de isolamento entre zonas, abandono de zonas com gás ou abandono permanente no final da vida útil, o gerenciamento de questões associadas à integridade de poços e isolamento de formações é fundamental para segurança e conformidade, além de estar vinculado com a manutenção da produção de óleo e gás.

A utilização de tampões de cimento para isolamentos de zona de gás nem sempre é bem sucedida, devido a falha no isolamento hidráulico causada por microanulares ao longo dos tampões, contaminações de pasta ou trechos demasiadamente curtos para obter isolamento efetivo com cimento.

Poços antigos por vezes apresentam situações particulares em relação ao acesso a profundidade adequada para posicionamento de elemento de CSB, necessitando de operações complexas para o isolamento convencional dos intervalos com potencial de fluxo.


Num contexto de elevada demanda por manutenção de integridade dos poços, a utilização de materiais não convencionais é requerida, a fim de prover maior flexibilidade e adequação aos cenários de demandam maior assertividade de isolamento.

## 2 ESCOPO

O objetivo desta ET-R é especificar tecnicamente o serviço de isolamento de formações, bem como restabelecimento de estanqueidade de elementos tubulares e *packers* com materiais não convencionais em poços de petróleo. Este documento contém as bases de validação para serviços de isolamento de formações com técnicas não convencionais (distintos de *packer* ou *bridge plug* e cimento). A ET-R atua como guia para potenciais fornecedores e como base para especificação técnica para aquisição de bens e serviços (ET-RBS).

## 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 3.1 **API 17N** - *Recommended Practice on Subsea Production System Reliability, Technical Risk and Integrity Management;*
- 3.2 **API RP 5C5** - *Procedures for Testing Casing and Tubing Connections;*
- 3.3 **API SPEC 11D1** - *Specification for Packers and bridge plugs*
- 3.4 **API SPEC Q1** – *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*
- 3.5 **ISO 13679: 2002** - *Petroleum and natural gas industries — Procedures for testing casing and tubing connections*
- 3.6 **ISO 13680** – *Petroleum and natural gas industries – Corrosion-resistant alloy seamless tubes for use as casing, tubing and coupling stock – Technical delivery conditions*
- 3.7 **ISO 14310** - *Petroleum and natural gas industries - Downhole equipment - Packers and bridge plugs*

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 4 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

3.8 **ASTM E228** – *Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials with a Push-Rod Dilatometer;*

3.9 **ISO 204** – *Metallic materials - Uniaxial creep testing in tension - Method of test - Third Edition;*

3.10 **ASTM E1876** – *Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration;*

3.11 **ASTM E9** – *Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature;*

3.12 **ISO 6892-1** – *Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature - Second Edition;*

3.13 **ISO 3312** – *Sintered Metal Materials and Hardmetals - Determination of Young Modulus; (CEN EN 23312: 1993) - Second Edition;*

3.14 **ASTM E384** – *Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials;*

3.15 **ASTM E10** – *Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials;*

3.16 **ASTM D7172** – *Standard Test Method for Determining the Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregates Using Infrared;*

3.17 **ISO 3369** – *Impermeable sintered metal materials and hardmetals Determination of density - Second Edition;*

3.18 **NACE MR0175 / ISO 15156** – *Materials for use in H<sub>2</sub>S-Containing Environments in Oil and Gas Production.*

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


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

#### 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

4.1 **Packer de Completação** – Dispositivo mecânico instalado dentro do poço que permite o isolamento do espaço anular da tubulação de produção / injeção / trabalho. Um *packer* típico deve se fixar mecanicamente e promover a vedação contra a parede interna do poço (revestimento, *liner* ou poço aberto).


4.2 **Bridge Plug** – Tampão cego utilizado como base ou barreira mecânica dentro do poço, servindo de apoio para tampões de cimento ou outros materiais bem como impedindo a passagem de fluidos em ambos os sentidos. Dessa forma, deve ser dotado de elemento de vedação que impeça a migração de fluidos no seu ponto de instalação. Pode ser do tipo permanente (BPP) ou recuperável (BPR).

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 5 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

- 4.3 **Envelope operacional** – Gráfico/tabela que ilustra os limites operacionais do tampão de isolamento de formação em relação ao carregamento combinado de forças axiais e diferencial de pressão que o tampão está submetido.
- 4.4 **Materiais não convencionais** – materiais para isolamento de formações ou abandono de poços, distintos de cimento, que estejam de acordo com a versão mais recente da *Oil and Gas UK – Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Wells* ou da NORSOK D-010. É vedada a utilização de mecanismos de vedação com acionamento mecânico e equipamentos elastoméricos, tais como packer, bridge plug e afins. Tais equipamentos são contemplados em outras especificações técnicas de equipamentos da área de poços.
- 4.5 **ET-R** – documento contendo requisitos gerais para avaliações técnicas fornecendo bases sólidas para elaboração de ET-RBS nos processos de licitação dentro da gerência executiva de POCOS. A ET-R permite ao fornecedor conhecer os critérios gerais de aceitação, teste e validação de um determinado sistema, equipamento, material e/ou serviço que poderão ser utilizados na fase de verificação de efetividade de proposta técnica em processos licitatórios.
- 4.6 **ET-RBS** – documento contendo requisitos técnicos e instruções específicas ao cenário de aplicação e condições de contorno vinculado a um determinado processo licitatório. Quando existir uma ET-R referente ao escopo sendo tratado, a ET-RBS deve referenciá-la e respeitar os termos da mesma. A ET-RBS é utilizada para comprovar os requisitos para aquisição de bens e serviços do processo licitatório na fase de verificação da efetividade.

## 5 SIGLAS E ABREVIATURAS

- 5.1 API - *American Petroleum Institute*
- 5.2 BPP - *Bridge Plug Permanente*
- 5.3 BPR - *Bridge Plug Recuperável*
- 5.4 FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*
- 5.5 IAF – *International Accreditation Forum*
- 5.6 ISO - *International Organization for Standardization*
- 5.7 NACE - *National Association of Corrosion Engineers*

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 6 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA


## 6 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS

### 6.1 Premissas

- 6.1.1 Os requisitos técnicos listados nesta ET-R deverão balizar os fornecedores acerca das necessidades técnicas e funcionais mínimas de serviços para isolamento de formações com materiais não convencionais na Petrobras. A especificação exata do serviço a ser encomendado será estabelecida na ET-RBS, que deverá seguir os requisitos desta ET-R, delineando as características dos cenários de aplicação planejados.
- 6.1.2 O fornecedor deverá informar as características técnicas das ferramentas de criação do tampão de isolamento de formações a cabo elétrico ou arame e do material utilizado no tampão e estas deverão atender aos requisitos fornecidos pela Petrobras através dos documentos ET-R e ET-RBS.
- 6.1.3 Deverá ser providenciada toda a documentação comprobatória dos requisitos técnicos exigidos nesta ET, sendo o fornecedor responsável pela veracidade das informações. Caso sejam comprovadas inconsistências ou informações inverídicas, o fornecedor poderá ser penalizado à critério da Petrobras.
- 6.1.4 A ferramenta de criação do tampão de isolamento validada por terceira parte deverá ser reconhecida por nome e/ou referência alfanumérica, e deve ser substancialmente a mesma ferramenta (tamanho, modelo e tipo) que aquele fornecido à Petrobras.
- 6.1.5 Não é especificado o modo de instalação do *plug* de material não convencional, mas deve ser instalado a cabo elétrico ou arame, sem quaisquer danos a tubulares e acessórios. O *plug* deve apresentar vedação a gás, comprovada em testes.
- 6.1.6 Deve ser possível a instalação do *plug* em modo *riserless*.
- 6.1.7 Uma vez instalado no poço, o tampão não convencional deverá permanecer na posição e manter suas características de ancoragem, vedação e *drift* até que haja uma intervenção voluntária para seu desassentamento/corte. Apenas serão toleradas falhas do tampão em caso de falha no revestimento ou de extrapolação de seus limites operacionais pré-estabelecidos (Ex. Pressão interna ou diferencial, tração, compressão, características dos fluidos produzidos/injetados etc.)
- 6.1.8 O fornecedor deverá informar a condição necessária de tubular para efetuar o tampão de material não convencional como densidade de furos, metalurgia, restrições e área aberta ao fluxo para possibilitar a instalação do tampão.

### 6.2 Requisitos Gerais

- 6.2.1 **Conformidade** com a norma ISO 14310 ou API SPEC 11D1, atendendo ao cenário de utilização que será definido pela ET-RBS, onde serão definidos o grau de validação (para

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 7 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

a aplicação em formações com gás, esse grau de vedação é do tipo V0) e o nível de controle de qualidade.

6.2.2 **Pressão diferencial** mínima de trabalho de acordo com as classes de pressão usadas na Petrobras e descritas abaixo, a ser definida na ET-RBS.

- 3000 psi
- 5000 psi;
- 7500 psi;
- 10000 psi;

6.2.3 A faixa de temperatura será definida na ET-RBS. A companhia de serviço deverá apresentar histórico de temperaturas de fundo de aplicação da sua tecnologia e informar limites de temperatura para formação estável dos tampões.


6.2.4 **Diâmetro Externo do tampão** compatível com os revestimentos e colunas de produção/injeção utilizados pela Petrobras, a ser definido na ET-RBS, usualmente:

- 3 ½" (9.2 lb/ft);
- 4 ½" (12.6 e 13.5 lb/ft);
- 5 ½" (17 e 23 lb/ft);
- 6 ⅝" (24 e 28 lb/ft);
- 7" (32 lb/ft);
- 7 ⅝" (55.3 lb/ft);
- 9 ⅝" (43,5; 47; 53.5 lb/ft);
- 9 ⅞" (66.9 lb/ft);
- 10 ¾" (65.7; 73.2; 85.3 e 109 lb/ft);
- 13 3/8" (68; 72 lb/ft).
- 13 5/8" (88.2 lb/ft)
- 14" (115 lb/ft)

6.2.5 **Diâmetro Interno de passagem para a ferramenta** conforme norma ISO 11960 ou API SPEC 5CT e compatível com o diâmetro interno dos tubulares utilizados pela Petrobras, a ser definido na ET-RBS, usualmente:

- 3 ½" (9.2 lb/ft);
- 4 ½" (12.6 e 13.5 lb/ft);
- 5 ½" (17 e 23 lb/ft);
- 6 ⅝" (24 e 28 lb/ft);
- 7 ⅝" (39 lb/ft).

6.2.6 Os materiais utilizados na criação do tampão de isolamento de formação deverão ser compatíveis com o fluido do poço e em conformidade com a norma ISO 13680 ou API

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 8 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

SPEC 5CRA. As características dos fluidos produzidos ou injetados serão definidas na ET-RBS.

6.2.7 Uma vez com a ferramenta posicionada, o tempo máximo de instalação do *plug* de material não convencional é de 60 min para o isolamento no interior de uma coluna de ID 4.276", para um *plug* com no mínimo 3 pés. O *plug* deve ter uma extensão para suportar os esforços mecânicos e parâmetros definidos nos itens 3.8 a 3.17 desta ET-R, além de vedação a gás.

NOTA: Para a instalação do *plug* em revestimentos ou em anulares coluna x revestimento, o tempo deve ser proporcional para a massa do material não convencional necessária para garantir o isolamento, caso exista algum parâmetro ou efeito não linear no processo de instalação do *plug*, o mesmo deve ser informado.

6.2.8 O consumo de energia da ferramenta de instalação do *plug* deve ser compatível com os cabos elétricos utilizados pela perfilagem e o tempo citado em 6.2.7.

6.2.9 Deve ser informado a inclinação máxima do poço de modo a não comprometer a efetividade dos tampões de materiais não convencionais.

### 6.3 Requisitos de Assentamento do tampão

#### 6.3.1 Assentamento por ferramenta dedicada

6.3.1.1 O tampão e sua ferramenta de assentamento dedicada deverão ser descidas a cabo elétrico ou arame;

6.3.1.2 A ferramenta de instalação do tampão não convencional será fornecida e operada pela contratada;

6.3.1.3 Uma vez posicionado, o *plug* deve permanecer fixo de forma a impedir um deslocamento indesejado a partir de seu ponto de instalação, quando submetido pressões, trações ou compressões, dentro dos limites operacionais estabelecidos na ET-RBS.


### 6.4 Requisitos de Desassentamento do tampão


6.4.1 Os materiais utilizados no tampão não convencional devem ser removíveis por broca ou sapata de lavagem. Caso haja modo de desassentamento não destrutivo para um dos tipos de ferramenta ou material de tampão, a sequência deve ser apresentada.

## 7 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

7.1 **Requisitos de tampão para correção de canhoneio, cimentação ou vazamento na coluna ou revestimento em anular**



	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 9 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA
<p>7.1.1 O método de instalação no poço deve ser realizado através de cabo elétrico ou arame.</p> <p>7.1.2 O fornecedor do material para tampão de isolamento de formação será também responsável pelo serviço de assentamento do tampão e eventuais equipamentos auxiliares para posicionamento.</p> <p>7.1.3 A fixação do tampão junto a parede interna do revestimento deve impedir seu deslocamento indesejado a partir de seu ponto de instalação quando submetido aos limites operacionais estabelecidos, com testes da pressão solicitada na ET-RBS.</p> <p>7.1.4 O tampão criado no interior da tubulação deve ser constituído de material de fácil corte, que seja perfurável por broca.</p> <p>7.1.5 A ferramenta deverá possuir diâmetro de passagem compatível com as ferramentas de serviço (<i>washpipe</i>, <i>shifter</i> etc) ou ferramentas de cabo elétrico ou arame quando instaladas no interior das colunas de produção, conforme item 6.2.5.</p>			

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 10 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA

## 7.2 Requisitos de tampão no interior da tubulação para isolamento de zona


- 7.2.1 O método de instalação no poço deve ser realizado através de cabo elétrico ou arame.
- 7.2.2 O fornecedor do material para tampão de isolamento de formação será também responsável pelo serviço de assentamento do tampão e equipamentos auxiliares para posicionamento;
- 7.2.3 A fixação do tampão junto a parede interna do revestimento ou poço aberto deve impedir seu deslocamento indesejado a partir de seu ponto de instalação quando submetido aos limites operacionais estabelecidos, com testes da pressão solicitada na ET-RBS.
- 7.2.4 Deve ser informada a inclinação máxima do poço que permite a aplicação do tampão, garantindo o isolamento da formação.
- 7.2.5 A ferramenta deverá possuir diâmetro de passagem compatível com as ferramentas de serviço (washpipe, shifter etc) ou ferramentas de cabo elétrico ou arame quando instaladas no interior das colunas de produção, conforme item 6.2.5.

**NOTA 1:** Os tampões de materiais não convencionais dos itens 7.1 e 7.2, quando aplicados como componentes de um CSB permanente, devem estar de acordo com as respectivas propriedades, testes e requisitos de envelhecimento dos material tipo I da tabela 9 do item 9: *Material types – specific experimental work plan* da *Oil & Gas UK - Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Wells* ou com as diretrizes da NORSOK D-010 para materiais alternativos ao cimento. Embora não haja requisitos na *Oil & Gas UK - Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Wells* para vedação a gás dos materiais de tipo I, devem ser feitos testes que comprovem o isolamento gás, considerando o envelhecimento do material. Materiais não metálicos podem ser propostos, desde que atendam o isolamento a gás e os esforços de pressão e temperatura solicitados na ET-RBS.

## 8 DOCUMENTAÇÃO

Os documentos descritos a seguir devem estar disponíveis para análise e aprovação juntamente com a apresentação da proposta técnica.

- 8.1 IDP - índice de documentação de projeto, lista de documentos com controle das revisões atualizados a cada emissão do documento.
- 8.2 Memorial descritivo do equipamento contendo no mínimo as seguintes informações:

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1210-612-PPQ-008	REV. 0
	Manutenção e Abandono		Folha 11 de 11
	TÍTULO: <b>Serviço para isolamento de formações com materiais não convencionais</b>		PÚBLICA
<p>8.2.1 Nome e número de identificação da ferramenta e dos materiais utilizados para formação do <i>plug</i>;</p> <p>8.2.2 Método(s) de assentamento;</p> <p>8.2.3 Método(s) de desassentamento ou remoção do <i>plug</i>;</p> <p>8.2.4 Composição dos materiais e/ou incompatibilidades do material;</p> <p>8.2.5 Apresentar histórico de simulações e/ou testes de laboratório que atestem a efetividade no cenário solicitado na ET-RBS.</p> <p>8.2.6 Diâmetro interno e <i>drift</i> de cada ferramenta;</p> <p>8.2.7 Diâmetro externo e <i>range</i> de assentamento;</p> <p>8.2.8 Comprimento de cada ferramenta e <i>range</i> de extensão do tampão;</p> <p>8.2.9 <i>Ranges</i> de pressão e de temperatura de trabalho;</p> <p>8.2.10 Especificações do cabo elétrico ou arame para descida da ferramenta, no caso de cabo elétrico, tensão e amperagem necessárias, bem como tempo estimado de acionamento / instalação;</p> <p>8.2.11 Grau de qualidade e grau de validação, conforme normas ISO 14310 e API 11D1;</p> <p>8.2.12 Envelope de performance considerando pressão, temperatura e tensões axiais, conforme normas ISO 14310 e ou API 11D1.</p> <p>8.3 Desenhos técnicos, com os dados dimensionais da ferramenta e seus acessórios.</p> <p>8.4 Manual de operação da ferramenta.</p> <p>8.5 Certificação de atendimento as normas técnicas ISO 14310 ou API 11D1. Para a norma ISO, emitida por certificadora acreditada por entidade reconhecida pelo IAF, e para a norma API, atendimento ao Monograma API.</p> <p>8.6 Certificação de atendimento da fábrica a norma técnica API Q1, com o Monograma API.</p> <p>8.7 Procedimentos operacionais de instalação e desinstalação com as devidas análises de riscos.</p> <p>8.8 Histórico de instalação dos tampões não convencionais, contendo casos bem sucedidos e falhas no isolamento.</p> <p>8.9 Plano de Inspeção e Testes da ferramenta e testes do material do <i>plug</i>, quando prevista aplicação do <i>plug</i> como elemento de CSB permanente, de acordo com o item 9 da <i>Oil &amp; Gas UK - Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Wells</i> ou os requisitos para materiais alternativos da NORSOK D-010.</p>			